香川大学農学部
（香川県立農科大学）

学術報告

第8巻　第2号（通巻第23号）

目　次

小杉　清：グラジオラスの Blind に関する研究　Ⅳ　摘葉並びに日射量制限がグラジオラスの開花に及ぼす影響……141
野呂癸巳次郎：土壌の反応並に各種成分がオリヴの成育に及ぼす影響に就て　Ⅲ　土壌の pH と各種成分殊に石灰とオリヴの成長との関係（砂耕試験予報）……148
内藤中人・谷利一：オリーブ炭疽病菌の 2，4，5—T 或いは MCP 添加培養による抗生物質の生成（英文）……157
谷利一：柿炭疽病菌の菌糸体発育に及ぼす phenol 性物質の影響並びに同菌 BAVENDAM 反応について……168
松沢寛・宮本裕三・岡本秀俊・川原幸夫：オリーブアナアキゾウムシの防除に関する研究　Ⅰ　被害実態調査，Ⅱ　一般形態並びに経過習性……172
玉置鷹彦・星川玄児：池泥の研究　Ⅳ　池泥の塩基飽和度，水溶性硫酸……189
斉藤実・田上政敏：讃岐の火山灰層について……194
川村信一郎・桝崎丁市・楠原良三・佐藤享克：ソラマメの炭水化物の研究　Ⅳ　ソラマメのヘミセルロース加水分解物におけるリボースの存在（エスペラント文）……201
山中啓：乳酸菌のピルビン酸及び糖類の代謝に関する研究　Ⅲ　ホモ乳酸菌に於けるグルコースの効果について(2)　糖類の効果に関する二，三の考察（仏文）……212
Ⅳ　*L. fermentum* による共軛反応の分析（英文）……221
穴吹吉夫：*Erwinia carotovora* の生産するペクチン分解酵素について……229
樽谷隆之・真部正敏：柿果実の利用に関する研究　Ⅰ　ビニール袋に依る柿果脱渋貯臓試験……233
深城貞義：稲の分蘖に関する研究　Ⅷ　日照度が稲の分蘖に及ぼす影響に就いて……240
前川忠夫：かんがい用貯水池相に関する研究　堰堤について……244
余水吐について……253
集水流域と洪水量について……266

第8巻著者索引(英文)……275
第8巻総目次……277

1957年3月
香川大学農学部
香川県木田郡三木町

香川大学農学部(香川県立農科大学)学術報告

第 8 巻　第 2 号 (通巻第23号)

1 9 5 7 年 3 月 発 行

この学術報告は本学部の各研究室の業績を発表するために発行するもので，国内国外の関係諸機関と交換を行う．1年度につき1巻とする．第1巻は「香川県立農業専門学校研究報告」として1949—50年に3号発行された．第2—7巻は「香川県立農科大学学術報告」として年3回ずつ発行された．この度国立移管に伴い誌名を変更し，巻号数は連続させた．交換に関しては香川県木田郡三木町香川大学農学部 科学研究委員会あてに照会されたい．

Technical Bulletin of Faculty of Agriculture, Kagawa University (Kagawa Agricultural College)

(Formerly Technical Bulletin of Kagawa Agricultural College)

Vol. 8, No. 2 (Serial No. 23) (March, 1957)

This Technical Bulletin is published by Faculty of Agriculture, Kagawa University (Kagawa Agricultural College) for exchange with publications of the agricultural and other organizations of the world. This Technical Bulletin contains contributions from the laboratories of agronomy, horticulture, and agricultural chemistry. Each of the former volumes consists of three numbers, beginning with vol. 1 (1949-50). Correspondence concerning the exchange of publications should be directed to Editor, Technical Bulletin, Faculty of Agriculture, Kagawa University, Mikityô, Kagawa-ken, Japan.

グラジオラスの Blind に関する研究

IV 摘葉並びに日射量制限がグラジオラスの開花に及ぼす影響

小 杉 清

Studies on the blindness in gladiolus. IV Effects of defoliation and restriction of light intensity on the flowering in gladiolus.

Kiyoshi KOSUGI (Laboratory of Floriculture)

(Received December 12, 1956)

I 緒 言

松浦氏[10]は日射量を制限することによって，グラジオラスに Blind を発生せしめ得たと報じ，筆者も亦第1報[6]及び第3報[7]において，日射量の不足が，Blind 発生の1原因となると思われる点を指摘した．しかしながらなお検討を要する必要を感じ，1955年3月より同年12月に至る間，前后2回に亘る日射量制限試験を行い，更に摘葉試験をも附加えて，Blind 発生の主因が同化養分の不足にあるのか，あるいは日長にあるのかを確かめたところ，若干の成果を収めたので，茲に報告する．

なおこの実験を行うに際しては，塚本博士の御指導を得た事を深謝する．

II 実験材料並びに方法

第1実験（摘葉試験） 前年の秋掘上げた Golden Cup 種60球を秤量して，各区15球宛の4区に分け，1955年5月18日に，香川県木田郡三木町池戸の本学農場に，5寸間隔で植付けた．すなわちA—標準区，B—本葉4枚区，C—本葉3枚区，D—本葉2枚区とし，外観上新らたに葉数が増加する度毎に，下方から順次葉身部を剪除して，絶えず所定の葉数を維持することに努め，各区の開花状況を調べた．

第2実験（夏に於ける日射量制限試験）

Yellow Herald（平均球茎重29gr.），Hector（21.8gr.），Picardy（39.7gr.），Radiance（30gr.）の4品種を用いて，A—標準区，B—透明ビニール区，C—油障子区，D—葭簀区の4区を設け，各区共30球宛として，1955年3月29日に1.2×2.0×0.45尺の平箱に10球宛植付け，5月20日より6月29日まで，日長の影響を防ぐために，毎朝8時より午后5時までそれぞれの材料で遮光した．遮光開始時の各区の状態は，本葉2～3枚であった．

遮光の方法は，高さ4尺の位置に，巾3尺長さ6尺，中央において1寸5分高の蒲鉾形フレーム障子を並べ，その上及び北側を残した3方の側面に所定の材料を張り付け，側面の下方は通風のため1尺ばかり空けておいた．また各区の間隔は9尺として，互に蔭になることを防いだ．

5月30日及び6月9日には各区より試料を採り，花芽の発育状態並びに Blind の有無を調べ，更に開花時には各区の開花状況を調査比較した．

また各区内の明るさは，マツダ照度計5号を用いて1時間毎に測定し，毎日の合計を求め，各区間の比率を旬間平均で算出した．

第3実験（秋～冬における日射量制限試験）前年の秋掘上げた Yellow Herald（平均球茎重24.4g.）184球，Picardy(35g.) 120球を，1955年4月1日より0～5°Cの冷蔵庫に貯蔵しておき，8月24日に取出して翌日秤量し，これをA—標準区，B—透明ビニール区，C—油障子区，D—葭簀区の4区に配分し，8月26日に前記の平箱に10～12球宛植付け，9月20日より12月20日まで遮光した．遮光開始時の状態は，本葉2～3枚であった．

遮光の方法は第2実験の場合と略々同様であったが，今回は終日覆い放しにし，短日の影響を除くために，各区共坪当り100W電球1個宛を地上1米の高さに取付け，Time switch によって，毎日0～a.m. 2時の2時間宛真夜照明を行った．

なお各区の照度は，前回同様マツダ照度計5号を用いて，午前8時より午后5時まで毎時測定し，日毎に集計し，旬

間の平均を算出して比較した．

開花時の調査は前回同様であった．

Ⅲ 実験結果

第１実験 各区の開花状況は第１表に示す通りであった．

即ち草丈及び小花数において，D区が稍劣った以外は，平均開花日においても，開花率においても各区間の差異は認められず，Blind の発生は全くみられなかった．

第１表 摘葉がグラジオラスの開花に及ぼす影響

品種 Golden Cup 1955

区	供試球数	開花率	開花始 月 日	平均開花日 月 日	草丈 (cm)	小花数
		%				
A 標準区	15	100	7.18	7.24	80.1	9.4
B 本葉４枚区	15	100	7.19	7.24	83.0	10.7
C 本葉３枚区	15	100	7.19	7.26	78.9	9.9
D 本葉２枚区	15	100	7.20	7.24	70.5	7.4

第２実験

（a） 処理中の調査 ５月30日及び６月９日の調査結果は，略々同一の傾向を示した．即ち花芽の発育は，品種によって多少の遅速はあったが，処理区間の差異は明らかでなく，また Blind の発生も認められなかった．６月９日の調査結果を示せば第２表の通りである．

第２表 日射量制限がグラジオラス花芽の発育に及ぼす影響

1955年６月９日調査

品種	区	草丈 (cm)	葉数	茎長 (cm)	第１花芽の発育状態						
					未分化	花房分化	花蕾形成	雄蕊形成	雌蕊形成	胚珠形成	花粉形成
Hector	A	58.1	5.0	12.0			1			3	2
	B	72.5	6.0	16.0						2	4
	C	75.8	6.2	16.4						2	3
	D	72.8	5.3	10.1					1	2	2
Radiance	A	66.6	5.2	5.6				1	2	1	2
	B	64.8	4.2	4.3		1			4	1	
	C	67.5	4.7	4.9		1			1	3	1
	D	70.0	4.5	3.1	2				4		
Picardy	A	63.7	5.3	4.0					4		2
	B	66.4	4.8	2.6					6		
	C	64.8	4.7	2.3				3	2		1
	D	69.4	4.8	2.0				3	3		
YellowHerald	A	77.7	5.8	30.9							6
	B	81.0	5.5	27.1		1					5
	C	88.6	6.0	36.1							6
	D	80.9	5.3	18.9							6

（b） 開花時の調査 第３表に示す通りであった．

第３表 高温下に於ける日射量制限がグラジオラスの開花に及ぼす影響 1955年３月29日植付

品種	区	植付球数	不発芽病欠数	試料数	開花本数		開花率 (%)	主茎					側茎		
					主茎	側茎		開花始 月 日	平均開花 月 日	小花数	草丈 (cm)	葉数	開花始 月 日	平均開花 月 日	小花数
Yellow Herald	A	30	0	12	18	18	200	6.22	6.25	16.1	112.2	7.1	6.25	7.12	11.5
	B	30	0	12	18	28	256	6.22	6.25	15.1	110.8	7.0	6.29	7.10	10.8
	C	30	0	12	18	19	206	6.21	6.24	15.6	114.2	7.2	7. 3	7.19	11.5
	D	30	1	12	17	16	183	6.23	6.29	12.8	104.7	7.1	7. 7	7.15	9.9
Hector	A	27	3	12	12	2	117	6.27	6.29	15.5	106.8	7.9	7. 4	7. 8	16.0
	B	27	1	12	14	2	114	6.26	6.30	14.7	113.4	7.8	7. 9	7.10	15.0
	C	27	2	12	13	4	131	6.26	6.30	13.6	117.6	7.7	7. 3	7.13	11.0
	D	27	4	12	11	2	118	6.29	7. 3	12.4	115.1	7.8	7.11	7.11	13.5
Picardy	A	30	2	12	16	17	213	6.28	7. 8	13.0	120.5	8.6	7.11	7.19	10.1
	B	30	1	12	17	10	159	7. 6	7.11	11.8	116.2	8.5	7. 9	7.17	10.6
	C	30	2	12	16	8	150	7. 3	7.10	13.0	122.7	8.6	7. 3	7.17	11.7
	D	30	1	12	17	7	141	7. 3	7.12	11.2	120.7	8.7	7.13	7.19	11.2
Radiance	A	*15		12	3	3	200	6.27	6.27	10.7	104.3	7.3	7.2	7.4	10.7
	B	15		12	3	3	200	6.24	6.27	13.3	113.2	7.0	7.2	7.4	10.3
	C	14		12	2	6	400	6.28	7. 4	11.5	110.0	7.5	7.2	7.9	10.0
	D	14		12	2	3	250	6.27	7. 1	11.0	106.5	6.5	7.6	7.7	8.0

*Radiance も30球宛植付けたところ約半数は Picardy が混在していたためにこれを除去した

即ちD区の開花が僅かに遅れ，小花数が減少する傾向にあった以外は，各区間の差異は認められず，Blind の発生もみられなかった，

なお実験中における各区の照度は第4表に，温度は第5表に示した．

第4表　各区の照度比較

月　日	標準区 (ルックス)	透明ビニール区 (ルックス)	油障子区 (ルックス)	葭簀区 (ルックス)
5.20—29	428,270	298,532	181,633	107,713
30—6.8	289,364	187,739	127,883	74,999
6.9—18	398,370	248,380	144,983	87,000
19—28	437,340	285,410	121,658	92,940
平　均	388,336	255,015	144,039	90,663
比　率	100%	65.7%	37.9%	23.3%

毎日午前8時より午后5時まで1時間毎に測定した照度を日毎に合計し旬間の平均を算出したもの

第5表　各区の温度表　1955

月　日	標準区		透明ビニール区		油障子区		葭簀区	
	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
5.20—31	25.1	11.0	25.7	12.4	25.9	12.5	25.3	11.7
6.1—10	30.0	13.9	30.8	15.2	30.0	15.2	26.4	14,9
11—20	29.3	19.6	29.0	19.9	30.3	20.0	28.3	19.8
21—30	36.0	22.3	36.0	21.9	35.1	21.7	33.3	21.6
平　均	30.1	16.7	30.4	17.4	30.3	17.4	28.3	17.0

第3実験　Yellow Herald の開花状況は第6表に示す通りであった．

第6表　低温下に於ける日射量制限がグラジオラスの開花に及ぼす影響　I

品　種　Yellow Herald　1955年8月26日植付

	標準区	透明ビニール区	油障子区	葭簀区
植付球数	46	46	46	46
不発芽病欠数	15	13	13	16
開花数	24	27	23	6
未開花 開花可能数	7	6	10	22
未開花 ブラインド数	0	0	0	2
開花率* (開花可能を含む)	100%	100%	100%	93.3%
開花始 (月，日)	11.20	11.25	11.24	12.12
平均開花月日	12.5	12.7	12.8	12.15
主茎 開花 草丈	116.4cm	121.3	124.6	112.1
主茎 開花 葉数	8.1	8.1	8.1	8.8
主茎 開花 小花数	15.0	15.1	16.0	14.3
主茎 未開花 草丈	120.7cm	104.0	111.4	103.4
主茎 未開花 葉数	7.0	7.3	6.9	6.9
主茎 未開花 小花数	12.8	11.3	13.6	12.6
側茎 草丈	87.0cm	102.0	100.7	—
側茎 葉数	6.5	6.8	6.7	—
側茎 小花数	11.5	11.0	7.7	—
側茎 ブラインド数	1	0	0	—

*不発芽病欠数を除いた場合の比率

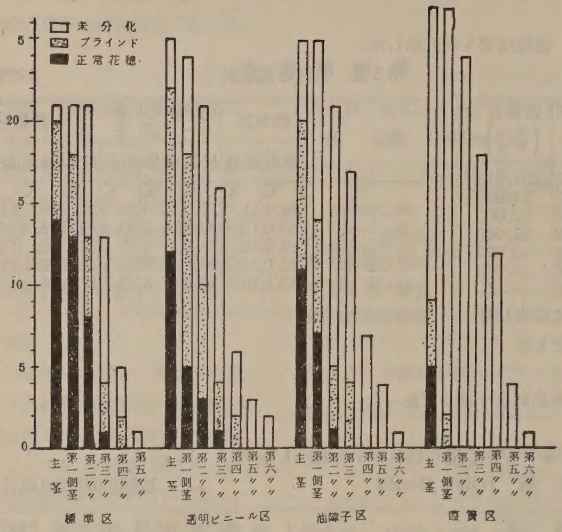
すなわち Blind は葭簀区に僅かに認められただけで，いずれもよく開花した．

Picardy は12月20日に実験を打切るまで全く開花しなかったので，葉鞘部を切開いて内部の花芽の状態を調べたところ，第1図の結果を得た．これを各区毎に纏めたのが第7表である．

第7表　低温下に於ける日射量制限がグラジオラスの開花に及ぼす影響　II

品　種　Picardy　1955年8月26日植付

	標準区		透明ビニール区		油障子区		葭簀区	
	数	比率	数	比率	数	比率	数	比率
正常花穂	36	43.9	21	21.6	19	19.0	5	4.4
ブラインド	21	25.6	35	36.1	24	24.0	6	5.3
未分化	25	30.5	41	42.3	57	57.0	102	90.3
合計	82	100.0	97	100.0	100	100.0	113	100.0



第１図　低温下に於ける日射量制限がグラジオラスの開花に及ぼす影響　　（品種　Picardy　1955年12月20日調査）

すなわち遮光の程度が強くなればなる程正常花穂の数が少なくなって，未分化の数が多くなる傾向にあり，Blind はいづれの区にも発生したが，A, B, Cの３区相互間には差異が認められず，D区だけが特に少かった．

なお実験中の各区の照度は第８表に，温度は第９表に示した．

第８表　各区の照度比較

月　　日	標準区	透明ビニール区	油障子区	葭簀区
	ルツクス			
9. 21～　27	606, 814	372, 286	186, 786	140, 513
10. 2～　10	310, 904	170, 591	89, 309	63, 361
11～　20	367, 889	209, 969	140, 944	82, 240
21～　30	421, 673	211, 920	149, 659	90, 039
31～11. 9	536, 239	228, 333	162, 536	104, 082
11. 10―　19	455, 796	160, 098	118, 575	78, 774
平　　均	414, 363	204, 909	130, 482	85, 083
比　　率	100%	49. 4%	31. 5%	20. 5%

毎日午前8時より午后5時まで１時間毎に測定した照度を日毎に合計し旬間の平均を算出したもの

第９表　各区の温度表（摂氏）　　1955

月　　日	標準区		透明ビニール区		油障子区		葭簀区	
	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
9. 24～30	32. 5	16. 4	32. 3	18. 8	29. 3	18. 8	28. 4	17. 8
10. 1～10	26. 9	15. 8	27. 7	17. 6	25. 7	18. 3	21. 7	17. 8
11～20	24. 0	12. 0	23. 1	13. 6	23. 4	13. 1	22. 1	13. 3
21～31	21. 6	10. 3	22. 2	11. 6	22. 1	11. 4	21. 0	11. 5
11. 1～10	18. 6	3. 6	19. 3	4. 2	19. 4	5. 4	17. 7	4. 5
11～20	17. 4	2. 8	18. 9	3. 0	18. 0	3. 6	16. 5	3. 1
21～30	17. 2	6. 1	18. 1	6. 1	16. 8	6. 8	15. 9	5. 9
12. 1～10	15. 9	3. 2	15. 6	3. 3	15. 6	4. 0	15. 8	2. 6
11～20	16. 1	2. 7	15. 8	2. 6	15. 6	3. 4	13. 1	2. 3
平　　均	21. 1	8. 1	21. 4	9. 0	20. 7	9. 4	19. 5	8. 8

またこの年の晴天日の日射量月変化と朝夕の温度は，第10表及び第11表の通りであった。

第10表　日射量の月変化　　香　川

測定年月日	1日の照度合計（毎時測定）ルツクス	比率（7月を100とした場合）	1日中の最大照度 ルツクス	8～17時の照度合計 / 1日の照度合計 ×100
1954. 12. 17	634, 880	61. 6	88, 000	99. 9
1955. 1. 16	708, 405	68. 7	100, 000	99. 9
2. 23	742, 720	72. 0	98, 000	99. 8
4. 13	899, 618	87. 3	102, 000	92. 8
5. 14	831, 717	80. 7	82, 500	87. 8
6. 22	958, 855	93. 0	94, 000	86. 8
7. 18	1, 030, 963	100. 0	102, 000	87. 3
8. 15	1, 007, 716	97. 7	103, 000	88. 1
9. 12	754, 170	73. 2	95, 000	93. 8
10. 12	867, 650	84. 2	104, 000	94. 3
11. 15	575, 750	55. 9	86, 000	91. 0

第11表　朝夕の照度　（午前中晴午后曇）　1955年6月28日

時　分	標準区	透明ビニール	油障子	葭簀
	ルツクス			
4. 00	0	0	0	0
15	2	0	0	0
30	17	11	7	5
45	198	112	73	53
5. 00	480	275	170	110
6. 00	4, 400	2, 750	1, 700	900
7. 00	73, 000	35, 000	9, 000	7, 300
18. 00	1, 700	825	405	310
19. 00	1, 270	750	385	260
15	190	133	92	53
30	77	33	26	13
45	6	3	2	0
20. 00	0	0	0	0

日出　4時53分　日入　19時10分

Ⅲ 考　　察

第1実験では，本来7～8枚の本葉を有すべきものが，2枚に減少されたのに Blind が発生しなかったのであるから，この結果だけからみれば，同化養分の不足が Blind を発生せしめる主因とは考えられない.

第2実験は，日長の影響を除くために朝夕の遮光を行わなかったが，この事が反って実験結果に疑念を生ぜしめた．すなわち村田氏[11]が述べているように，同化作用は日出と共に急速に上昇し，日中は稍々低下するとすれば，朝夕の日射量こそ大切であり，松島氏[8, 9]等が水稲について述べているように，グラジオラスにおいても，午前8時頃既に光飽和に達するとすれば，日中の遮光は或程度無意義に等しくなる.

第3実験は，第2実験の欠点を除くために，終日遮光を行い，短日の影響は真夜の電燈照明によって防いだが，温度が充分与えられなかったために，Picardy の様に稍々高温を必要とする品種は開花しなかった．また第2実験に用いられ，第3実験に用いられなかった品種に Hector 及び Radiance があったのは，この実験の大きな失敗であった．しかしながらこの3回の実験結果は，総て同一の傾向を示したのであるから，この結果によって日射量と Blind の関係を論ずる事も出来ると思う.

松浦氏[10]は Hector, Purple Supreum, Radiance の3品種を用いて，日射量を70%，50%，30%に制限したところ，70%では開花に影響する品種としない品種とあったが，50%ではいづれも開花が減少し，30%では開花しない品種もあったと述べている．今回の実験では，5～6月と9～11月の日射量は殆んど変りなく，反って後者の方が僅かに多かった位であり，この場合の各区の明るさは標準区100に対して透明ビニール区49.4～65.7%，油障子区31.5～37.9%葭簀区20.5～23.3%であったが，いづれも Blind の発生をみなかったのであるから，この程度までの遮光で Blindが発生したとすれば，日射量以外の因子によって引起されたものと考えられる．筆者の第3報[7]Bの試験において，ビニール区と標準区の開花率に差異が認められなかったのは，今回の実験結果とよく一致し，ビニール区の日射量が標準区の50%内外あったものと推定される．第3報[7]Aの試験において，総て Blind となったのは今回の実験に比較すれば遙かに遮光の程度が強く，標準区の10～1%に制限されたために，生育が妨げられた結果と思われる．また第1報[5]の標準区に Blind が発生したのは，今回の実験結果よりみて，日射量以外の因子によって支配されたものと考えられる.

香川県の日射量を，晴天日だけについて月別に調べてみると，7月が最高で11～12月には凡そその56～62%に減少しているに過ぎない．従って日射量の不足が Blind 発生の主因であるとすれば，今回の実験結果より香川では秋～冬に Blind は発生しない事になり，事実と反する.

また遮光することによって，朝夕の日長が短縮されるという事も考えられるが，第11表を検討してみると，結局グラジオラスはどの位の照度から感ずるかという点に問題が残されており，なか詳細な実験が必要となる.

以上の結果を総合してみると，グラジオラスの生育開花に必要な日射量の最低限界は，午前8時～午后5時に毎時測定した照度で表わせば，平均35,000ルックスであり，9～11月の自然状態の20%余りであった．これより日射量が少い場合には生育が妨げられ，Blind も発生すると思われるが，これ以上の日射量があった場合には，日射量の多寡によってBlind の発生率が変るとは考えられない.

Ⅴ 摘　　要

1. この実験はグラジオラスに Blind を発生せしめる主因が日長にあるか，あるいは日射量にあるかを決定するために行った.
2. この実験は摘葉試験，夏における日射量制限試験，秋～冬における日射量制限試験の3つから成り立っている.
3. 第1実験においては Golden Cup 種を用いて1955年5月18日に球茎を植付け，生育するに従って下方の葉より順次葉身部を摘除して，本葉2枚区，3枚区，4枚区をつくったが，実験の結果は摘葉区も標準区も開花率に差異が認められず，Blind もみられなかった.
4. 第2実験においては Hector, Picardy, Radiance, Yellow Herald の球茎を1955年3月29日に植付け5月20日から6月29日まで毎朝8時から午后5時まで透明ビニール（日射量は標準区の65.7%），油障子(37.9%)，葭簀(23.3%）を以って遮光したが，遮光区も標準区も開花率に差異が認められず，Blind も発生しなかった.
5. 第3実験においては4月1日から8月24日まで冷蔵庫に貯蔵しておいた Picardy と Yellow Herald の球茎を8月26日に植付け，9月20日から12月20日まで透明ビニール(日射量は標準区の49.4%)，油障子（31.5%)，葭簀(20.5%）を以って終日遮光し，毎夜2時間宛の真夜照明を行ったところ，Yellow Herald はいづれもよく開花し，開花

率において各区間の差異は認められなかった．Picardy は全く開花しなかったが，これは温度不足のためと思われ Blind も各区に発生したが，各区間の差異は認められなかった．

6. 以上の結果からみて，この実験の範囲内においては，グラジオラスに Blindを発生せしめる主因は，日射量ではないと思われる．

参　考　文　献

1. Ball, V.: On winter growing. Grower Talks, *Geo. J. O. Ball Inc.* **18**(6), 1—7(1954).
2. Chandlen, E. L., Watson. D. P.: Contributions of various light intensities to the growth and yield of green house roses. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **64**, 441—447(1954).
3. Cooper, C. C., Watson, D. P.: Influence of root temperature and light intensity on flower bud development in Salvia splendens. *Proc. Amer. Soc Hort. Sci.* **64**, 437〜440(1954).
4. 伊東四郎：野外及び日覆下における光線の種類，農業及園芸，**20**（6），259〜260(1945).
5. 小杉清：グラジオラスの Blindに関する研究 I　日長がグラジオラスの花芽分化並びに開花に及ぼす影響，香川県立農科大学学術報告，**5**（2），137〜143 (1953).
6. ――――：――――――――――――――――II　温度と日長がグラジオラスの開花に及ぼす影響　同誌，**5**（3），218〜222（1954).
7. ――――：――――――――――――――――III　グラジオラス品種の温度及び光線に対する反応について　同誌，**7**（2），113〜122(1956).
8. 松島省三，山口俊二，岡部俊：戸外の全植物体を対象とした水稲苗の炭素同化能力と光の強さ，農業及園芸，**29**（4），541〜542（1954).
9. 松島省三，山口俊二，真中多喜夫，岡部俊：稲作にはどの程度の日射の強さが必要か，農業及園芸，**28**（12），1387〜1392（1953).
10. 松浦正視：球根類の生理生態に関する研究　第1報　日照制限がグラジオラスの生育開花及び収量に及ぼす影響，園芸学会昭和30年春季大会発表（1955).
11. 村田吉男：同化作用の日変化，農業及園芸　**29**(3), 477〜479（1954).
12. Post, K: Florist Crop Production and Marketing. 573〜574, 603, 607, New York, Orenge Judo (1952).
13. Stinson, R. F., Lanrie A.: The effect of light intensity on the initiation and development of flower buds in Saintpaulia Ionantha. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **64**, 459〜467 (1954).
14. 塚本洋太郎，横井政人：グラジオラスの開花に及ぼす二，三環境の影響（続報），園芸学会 昭和31年春季大会発表（1956).
15. 渡辺誠三：農業用ビニールの営農分野（2）農業及園芸，**29**（2），349〜352（1954).
16. Watson, D. P. Andrews, P. S.: The effect of light intensity on the flowering of chrysanthemum variety Gold Coast. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **61**, 551〜554 (1953).

Summary

1. Experiments were made to determine whether the photoperiodic induction or the light intensity is the main factor to cause the blindness in gladiolus.
2. The experiments consisted of 3 parts, 1) defoliation test of the plants, 2) restriction test of the light intensity in summer, and 3) restriction test of the light intensity in autumn and winter.
3. In the first experiment, corms of Golden Cup variety were planted on May 18, 1955, and the leaf blades of the plants were cut off from lower part leaves to upper part leaves continuously according to the plants' growth, leaving 2, 3, and 4 of the true leaves by the plots. Results: No difference was observed between the plants of defoliated plots and check plants, about the percentage of flowering. And no blind stalk was observed in these plants.
4. In the 2nd experiment, corms of Hector, Picardy, Radiance and Yellow Herald varieties were planted on March 29, 1955, and shaded by vinyl film (light intensity was 65.7% to the check), oil paper (37.9%), and marsh-reed screen (23.3%) with the plots, from a. m. 8 to p. m. 5 every day for a period from

May 20 to June 29, 1955. Results: No difference was observed between the treated plants and the check plants, about the percentage of flowering. And no blind stalk was observed in these plants.

5. In the 3rd experiment, corms of Picardy and Yellow Herald varieties were stored in a cool room from April 1 to August 24, 1955, then they were planted on August 26, and shaded by vinyl film (light intensity was 49.4% to the check), oil paper (31.5%), and marsh-reed screen (20.5%) with the plots, all day long for a period from September 20 to December 20, 1955. And supplementary lighting was used to check the influence of short day. Results: In Yellow Herald variety, no difference was observed between the treated plants and the check plants, about the percentage of flowering. But, in Picardy variety, no plant bloomed because the temperature was too low for this variety.
6. From these results, it seems that the light intensity is not the main factor to cause the blindness in gladiolus, as far as these experiments were concerned.

土壌の反応並に各種成分がオリヴの成育に及ぼす影響に就て

Ⅲ 土壌の pH と各種成分殊に石灰とオリヴの成長との関係（砂耕試験予報）

野 呂 癸 巳 次 郎

Effects of the soil reaction and nutrients on the growth of the olive.

Ⅲ Preliminary report on the relation between the soil reaction and nutrient elements, with special reference to the relation of the calcium to the growth of the olive tree.

Kimijiro NORO (Laboratory of Subtropical Fruit)

(Received January 7, 1957)

緒　　論

オリヴにおいて各種成分の欠乏が枝梢の成長並に葉に及ぼす影響は HARTMANN[8], FOGLIANI[7], BALDACCI[3], MARIMPIETRI[11, 12], 佐藤[21]及び RENAUD[19, 20]に依り既に若干実験せられているが，従来より問題視せられている石灰の欠乏が如何なる影響をそれ等に及ぼすかの実験は極端の場合のみにて中間の実験成績なきを遺憾とし，余は数年前より各地のオリヴ園にて葉に特殊の兆候を現わすのを目撃し，これが原因を探究せんとし，葉分析等を行ったがMg, 及び Ca の含量が欧米のそれに比し極めて少なく且つ我国の土壌は主産地に比し pH は低く，葉に現われる特殊欠乏症は両者の欠乏に基因するか土壌の強酸性に基くものかの疑問を抱き土壌の酸性と樹の発育に就ては既に発表し[13]，殊に $CaSO_4$ を使った区はいずれも成育旺盛なるを認めたが，いずれの養分の欠乏が各地に現わるるがごとき兆候を誘引するかは全く不明であり，これが解決を計らんとし，且つ浅見氏の指示に依りオリヴの成育には果たして土壌の酸性が影響するか或はCaの多寡が影響するかを確めんとして本実験を行うに至った．従来土壌の酸性の害であると称せられている説を ARBERECHET[1]，出口[6]はCaの不足に依るものと説き且つ MARIMPIETRI[11, 12]もオリヴは強酸性土壌にても石灰が 5g/100g あれば順調の成長を遂げる旨を強調し，WALLACE[23] は凡ての農作物に就て試験しているからそれ等の点をも参照し本砂耕試験を行うに至った．

本試験を遂行するに当り浅見氏より種々有益なる助言を賜わり，杉山教授及び岩田助教授よりこれ又種々御援助に与った．且つ試験中各種の操作に当研究室の専攻生柴田保治，高橋時典の両君が熱心に従事せられ，土壌肥料研究室の星川助手より助言を与り且つ種々文献を御教示に与り，山田前助手には分析の労を取られ，林学研究室よりは常に蒸溜水の補給に与り，ELANT 並にHARTMANNより幾多の文献の寄贈を受けた，茲に深謝の意を表わす．

本研究の大部分は文部省科学研究費に依って遂行し，厚く当局に対し感謝の意を表す．

供試材料並に実験方法

試験に用いた容器は五万分の一のポットで，砂は佐藤製作所扱いの川砂俗に石英砂と称するもの，供試苗木は余が育成した共砧の Mission で，苗木を選抜するには均一な成長を遂げたものを用いた．

実験方法　石英砂を昭和29年5月26日に5％塩酸にて洗い5日間放置し，その間1日に数回宛攪拌し，その後中性になる迄水洗し，陽乾しポットに入れた．

供試苗木は圃場より丁寧に掘り起し，根部は充分洗い殆ど一粒の土砂を認めない程度にした．かかる苗木をポットに6月23日に定植した．ポットの排水溝にはガラス綿を充分当てた．

本試験は次の6区となし，1区2鉢を供用し，各苗木の植付け当時の重量を第1表に示す．

第1表　試験区と苗木の重量

Table 1. Weight of two-year old olive tree in each plot

試験区 Plot	I 標準区 Normal		II 無加里区 −K		III 無石灰区 −Ca		IV 無苦土区 −Mg		V 石灰増区 +Ca		VI 石灰減区 −Half Ca	
pH	5.5–6.0		5.5–6.0		5.5–6.0		4.0–4.5		4.0–4.5		4.0–4.5	
ポット No No. of pot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
苗木の重量 Weight of young plant	23.5	35.0	22.0	25.0	28.0	32.0	15.0	28.0	25.0	20.0	23.0	20.0

培養液に供用した水は蒸溜水を用い，若しMg及びCaの微量を含む時は必ず再蒸溜水を使用し，一週間毎に液を替え，隔日にクエン酸鉄0.5%溶液を1Lに対し1ccの割合にて注入した．且つ毎日蒸発量の水分を蒸溜水にて補給し，尚pHの隔日検査を行った．昭和30年4月以後は蒸発量甚だしく，1日間に500cc以上，7及び8月は1500c.c以上の蒸発を見たから3日間毎に液の更替を行った．本試験は凡て硝子室内にて行い，夏季には40°C以上にも室温の上昇を見た．

供試培養液　Hoagland, Arnon[9]の培養液に従ったが，杉山[22]の，注意に依り無石灰区の窒素を多くし且つ余が創案の区には適宜参酌して1L当り各配合量を第2表に掲ぐ，尚pHの矯正には$N/10\ H_2SO_4$，及び$N/10KOH$液を用い，無加里区には$N/10NaOH$を用いた．尚微量成分量の加用も両者[9]の処方に従った．

第2表　培養液の配合表　　　　(単位c.c)

Table 2. Preparation of nutrient solution (Unit. c.c)

試験区 Plot	(I) 標準区 Normal	(II) 無加量区 −K	(III) 無石灰区 −Ca	(IV) 無苦土区 −Mg	(V) 石灰増区 +Ca	(VI) 石灰減区 −Helf Ca
M, KH_2PO_4	1		1	1	1	1
M, KNO_3	5		5	6	1	5
M, $Ca(NO_3)_2H_2O$	5	5		4	7	2
M, $MgSO_47H_2O$	2	2			2	2
M, $MgNO_3$			2			
0.05M, $Ca(H_2PO_4)_2H_2O$		10				
0,5M. K_2SO_4				3	3	
0.01M, $CaSO_4$					200	
0.5M, Cacl					5	

実験成績

I　**欠乏症の特徴**　Hartmann[8]の実験に徴するに砂耕試験は満2カ年を要すると称するが，本試験にては満1カ年にて無石灰区は殆ど落葉し，無苦土区も心止まりの現象が現われこれ以上試験の必要なきものと認め，満1カ年2カ月にて試験を中止した．勿論 Hartmann の試験は無石灰区を省いている．以下満1カ年以内の兆候と満1カ年以後（2年目と称す）の兆候を各区に就き詳細説述する．

第1区（標準区）　第1年目，凡て葉は中庸以下にて第5区に次ぎ濃緑色，何等異状を認めなかった．第2年目，益々順調の成長を示し葉は第五区及び第2区に次ぎ大型，長さ8cm以上に達した．

第2区（無加里区）　欠乏症は新梢の尖端の成長中止した枝の小形葉のみに限り現われ，葉尖端に Necrosis の現われたものと雲状に黄緑色の斑点の現われたものがあって一定しないが後者は石灰半量区に現われた一兆候と全く同一である．第2年目，前年度の枝梢にて尖端の枯死した2年生葉のみに雲状の特徴を示した．

第3区（無石灰区）　第1年目，試験開始後2カ月即ち8月19日に新梢の尖端は成長を中止し，葉尖端にNecrosisを生じ，数日にして全葉が褐変落葉した．8，9カ月後には葉尖端より褐変し満1カ年後には殆ど成葉なく，僅かに枝の下部に留めるに過ぎなかった．第2年目，6月頃より成葉が葉の中部以下の処より尖端にかけて淡黄緑色になり，且つ Necrosis を生じ落葉する．その後全葉落葉せる枝が多く稀に新葉を発生すれば直に Necrosis を現わす，本区の特徴は

葉の長さ短く幅広い（第2図）

第4区（無苦土区） 第1年目，他区と異なり，3月頃には新梢近くの先端より梢下の葉尖端に Chlorosis を見，且つ落葉する．第二の兆候は中央部より先が淡黄緑色を呈し褐変するものと然らざるものがあって落葉する．本区の特徴は葉が小型にて活気なく落葉が甚だしい．第2年目，枝の下部は全部落葉し，先端に少し新葉を残す，尚これに反する枝も稀にある．一般に本区は充分特徴を現わさない内に落葉した．第3区同様新梢の先端が枯死するが幾分遅れるのが常で遅れ枝は1年余に至って初めて枯死を見たが，HARTMANN[5] は20カ月後に尖端の枯死を見たと報じて居り本試験にてはそれより余程早やく現われた．

第5区（石灰増区） 第1年目，何等異状を認めず葉は最も大きく各所に Boat 状を呈する葉を認めた．

満1カ年の前日培養液更替に際し，不注意に排水用ゴム管にコックをはめたまま一昼夜放置して置いた為翌日2鉢共新梢萎凋を見た．かかる事実は暑中に起る現象で当日晴天にて6月下旬には稀に見る高温度であり，HOAGLAND[9] も時々かかる現象の生ずるを報じている．その後2鉢共回復せず残念乍ら本区は試験を満1カ年にて中止するの止むなきに至った．

第6区（石灰減区） 1年目，第2区同様供試苗木各成長を異にし，成長悪しき方は早やく伸長中止し，第2区と殆ど同一の兆候即ち雲状の黄緑色の斑点を7―8カ月後早やくも葉の中央部より尖端にかけて認めた．成長良好のものは満1カ年後に始めてかかる症状を呈した．第2年目，7月頃より勢力旺盛なる供試樹は急激に新梢の尖端が枯死を始め Necrosis を呈し落葉甚だしく8月中旬には第3区の春季における状態を示し，Necrosis の色も第3区と同様で第4区と稍異にするも温度の如何に依り多少褐色の程度を異にするものではないかと推定する．COOK[5] も同一培養後にて欠乏症が個体に依り各種の兆候の現われて来るのを認めている．

第1図 各区の成葉

Fig. 1. Appearance of typical matured leaves

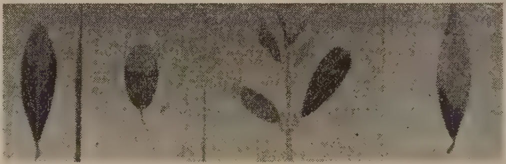
Upper. Left to right: plot(Ⅰ);(Ⅱ);(Ⅲ)

Lower. Left to right: plot(Ⅳ);(Ⅴ);(Ⅵ)

上段左より右へ，(Ⅰ);(Ⅱ);(Ⅲ)

下段左より右へ，(Ⅳ);(Ⅴ);(Ⅵ)

各区の葉の左：裏面，右：表面



第2図 欠乏症の兆候

Fig. 2. Symptoms of mineral deficiencies

左より：Ⅵ，Ⅲ，Ⅱ及Ⅵ．区．，Left to right: Plot Ⅵ; Ⅲ; Ⅱ & Ⅵ.

Ⅱ **各区の成育状態** Ⅱ及びⅥ区は各々同一区内に各個体の成育状態を異にしたのは実生砧の系統を充分調査しなかったのに基因するのであって，系統の相違に依り穂木に及ぼす影響は柑橘類[10, 15, 24] にて既に認められ，オリヴに於ては未だかかる試験成績は全くない．単にギリシャの PANETSOS[19] がOléaster を系統分離しているに過ぎない，余は柑橘その他より推定して必ずかかる事実の存在するものと考え，目下試験中であり，圃場にて Mission 及び Oléaster の系統分離と共に明春より砂耕試験にて養分吸収の差違を確めんとし，その他はいずれも誤差の範囲である．試験中の成育状態を下に示す．

試験開始当時は供試苗木の大きさに成育は左右せられ，1カ月後には全く培養液の如何に依り成育状態に差違を認め始めるに至った第1区は半年以上成育最も順調の様に見えたが，2，3月頃より第5区即ち石灰増区が著しく成育よく且つ新葉の展開と共に大きさを増し各区の間に著しき差異を認めるに至った．以下順を追って成育状態を述べ最後に比較検討しよう．（第1，3図）

第1区 前述のごとくまず順調の成育を遂げた．昭和30年4月の新梢発生と同時に葉は圃場のものより著しく大で試験区間中第3位であった．

第2区 1供試苗木は成育悪しく成長中止と同時に第6区と同一兆候を現わすも他の1苗木は順調の成長を遂げ殊に翌年6月上旬に至り第1区と殆ど同一の葉を生ずるに至った．14カ月後の8月末には供試苗木2本共殆ど同一の成長を

[illegible] (I)
Normal (I)

[illegible] (II)
K (II)

[illegible] (III)
−Ca (III)

無苦土区 (IV)
−Mg (IV)

石灰 [illegible]
Ca (V)

石灰減区 (VI)
−Half Ca (VI)

第3図 [illegible]　Fig. 3. Comparison of growth Photo at [illegible] months.

遂げ成育に大した相違を見ない様になった.

第3区 2供試苗木共同一成長を遂げ成育極めて微々たるものであった. 葉は最も小.

第4区 主として先端の葉は残り, 古葉より落葉を認めた. 本区の特徴は葉が極めて細長くして小形, 欠乏症の真の特徴が現われぬ間に落葉を認めたのは HARTMANN[8] の実験と一致している. 第3区同様発育極めて不良なるを認めた.

第5区 昭和30年4月新梢の発生と共に成育極めて順調で, 葉は甚大, 2供試苗木共同一の成長を遂げ且つ側枝最も多く全区中最も枝梢の混雑を見た.

第6区 第2区同様2苗木が成育極めて不同で1供試苗木は側枝数量も少なく, 只主枝が伸長したのに過ぎない.

各区の成育状態は以上の通りであって以下総括的の批判を試みよう.

Ⅲ 成育の批判 (A) 幹の肥大成長 幹の肥大率は成育状態を代表するものでいずれよりも正確であり, 試験開始9ヵ月後の3月及び満1ヵ年後の6月23日に調査した結果を第3表に掲ぐ.

第3表 9ヵ月後の肥太率 (単位m.m)

Table 3. Thickness Ratio of Trank at 9 mohths

区番号 No. of plot	V		Ⅱ		Ⅰ		Ⅳ		Ⅲ		Ⅵ	
区 Plot	石灰増区 +Ca		無加里区 —K		標準区 Normal		無苦土区 —Mg		無石灰区 —Ca		石灰減区 —Half Ca	
pH	4.0〜4.5		5.5〜6.0		5.5〜6.0		4.0〜4.5		5.5〜6.0		4.0〜4.5	
No. of Pot	9	10	3	4	1	2	7	8	5	6	11	12
昭和29年6月23日 1954. June 23. 昭和30年3月4日 1955. March 4.	5/20 4m.m 5/20 7m.m	4° 7°	5/20 4 6°	15/20 5 8°	9/20 6 5/20 8	15/20 4 2/20 7	15/20 3 5°	4° 4°	4° 5°	17/20 6 7°	15/20 5 7°	16/20 4 5°
平均肥太率 Mean thickness Ratio	75.0%		40.0		25.0		12.5		9.1		9.1	

備考 肥太率計算は mm 以下10捨11入とした. 5/20は5/20mmを意味す.

第4表 12ヵ月後の肥太率 (単位m.m)

Table 4. Thickness Ratio of Trank at 12 months.

区番号 No. of Plot	V		Ⅱ		Ⅰ		Ⅵ		Ⅲ		Ⅳ	
区 Plot	石灰増区 +Ca		無加里区 —K		標準区 Normal		石灰減区 —Half Ca		無石灰区 —Ca		無苦土区 —Mg	
pH	4.0〜4.5		5.5〜6.0		5.5〜6.0		4.0〜4.5		5.5〜6.0		4.0〜4.5	
No. of Pot	9	10	3	4	1	2	11	12	5	6	7	8
昭和29年6月23日 1954. June 24 昭和30年6月23日 1955. June 24	5/20 4m.m 3/20 9	4° 16/20 10	5/20 4 12/20 10	15/20 5 9/20 8	9/20 6 10°	15/20 4 4/20 8	15/20 5 1/20 8	16/20 4 8/20 7	4° 6°	17/20 6 14/20 7	16/20 3 5°	4° 5°
平均肥太率 Mean thickness Ratio	150%		90		64		45		27		25	

備考 肥太率計算は第3表と同じ

各区の成育状態を見るに石灰増区, 無加里区及び標準区は2回の調査において何等変化なく, 無苦土区が初期の調査においては第4位となり, 無石灰区及び石灰減区が最も悪しく、苦土の植物に対する影響が遅々たるを物語るもので余が[16]他の実験においても同一の結果を得ている。

(B) 枝梢の成長状態 試験開始当時の苗木の枝梢数及び太さ等多少異なっており, 理論的には全く無価値のごとく感ぜられるが調査の結果を見るにかかる条件よりもその後の培養液の成分如何が成長には大なる影響を及ぼすものであ

ることを知った．勿論1，2，3年枝と区別し調査するが本意であるが，オリヴは各年度の成長の区別極めて困難にてこれが調査は不可能に属するを以て主幹外のものを一括して成長量と見做し調査したのであって，多少の非難は免がれない．併し培養液内の成分如何に依り明かに差別を生じているから多少の参考資料となすことが出来，殆ど肥太率の順と同一であると云ってよい．

第5表　9カ月後の枝の総成長量

Table 5. Total growth of branch at nine months

試験区	V	I	II	VI	IV	III
	石灰増区	標準区	無加里区	石灰減区	無苦土区	無石灰区
Plot	+Ca	Normal	−K	−Half Ca	−Mg	−Ca
昭和30年3月4日 March 4, 1955	236cm	205	194	174	98	84

第6表　満1カ年後の枝の総成長量

Table 6. Total growth of branch at 12 months

試験区 (Plot)	V	II	I	VI	IV	III
昭和30年6月23日 (June 23 1955)	743 cm	656	533	433	131	105
3月より6月迄の枝の総成長量 Total growth of branch between March & June	507cm	462	328	259	33	21

いずれの場合も第5区が最も成長旺盛で且つ前述のごとく供試苗木の2本共，同一成長をなしているのは第3図を見ても一目瞭然たるもので，無加里区が標準区より好成績を示すのは供試苗木の内1本が主枝のみ旺盛で第2年目春より側枝も発生始めたるに依るもので再三前述せるごとく砧木の系統に依るもののごとく標準区に比し必ずしも勢力旺盛であるとは断言し難いが標準区と殆ど同一勢力を有するものと推定するのが正当ではあるまいか，且つ Hartmann[8] の実験結果より推定しても然りである．併し2～3年試験を継続すれば著しく樹勢衰へ且つ加里欠乏症の現わるるものと推定する．石灰減区も同様であるが翌春著しく欠乏症現われ始め系統如何の差よりも大なる結果が現われたのを見ても石灰は凡ての成分よりもオリヴには重要なる成分であることが知れる．その他の無苦土区及び無石灰区はいずれも同一成長を遂げ，最悪の勢力を示したのは当然と云わねばならぬ．

考　　察

加里石灰及び苦土の欠乏と pH の高低が植物に及ぼす影響に就て満1カ年余砂耕試験を行った結果，苦土の外は明瞭に欠乏症が現われたが苦土の欠乏症は Hartmann[8] の実験通り完全に特徴が現わるる前に落葉し，確たる特徴は得られなかったが大体の傾向は知り得たのである．石灰増区にて pH の低いのに不拘いずれの点より考察するも成育最も良好であるのを知り得たのであって，浅見[2]の言のごとく単に土壌の酸性度のみを以て作物の適否を決定するのは当を得ていないと断言してよい．本試験の第1，2及び3区が pH 5.5～6.0，第4，5及び6区は pH 4.0～4.5 の強酸性で強酸性の第5区が最も発育良好なるはこれを立証する．勿論 Marimpietri[11, 12] の言のごとく作物の成育する範囲の酸性なれば差支えない．オリヴにおいて pH の最低限度は 4.0であって，それ以下になれば葉は退色し灰緑色となり且つ後部に曲り，褐変後落葉する．根部は腐り全部褐変し且つ新根の発生を更に見ない[18]．即ちオリヴの成育し得る範囲の酸性なれば石灰を多く施すことに依り成育が旺盛となることを確めたのであって，オリヴは必ずしも中性近い土壌においてのみ成育するものでないことを心に銘記すべきである．

本実験にては只単独の成分欠乏症のみに重点を置きロイブ[17]の称える Mg/Ca の関係やら複合欠乏症の実験を省いたのは甚だ遺感であって Fogliani[7] は伊国の北部 Garda 湖付近にて23種の欠乏症らしき兆候を認め，いずれも単一なるものでなく複合欠乏症たる由を報じており， Wallace[23] は酸性土壌には石灰が欠乏し且つ種々なる複合欠乏症が現われると称している．これ全く人間に単一の Vitamin 欠乏症は少なく複合欠乏症に基因するのと同一で，余が各所の圃場にて見聞する葉における Chlorosis は未だ今回の試験には現われず，石灰欠乏症に最も近き兆候を呈するのは Wallace の言を裏書するもので，目下是等複合欠乏症の砂耕試験を施行中にて期して待つべきである．

以上のごとくいずれの点より観察するも石灰はオリヴに最も必要欠くべからざる成分たるを知り得べくYANKOVITCH等[26]の Tunis に於けるオリヴ栽培地の土壌が常に Ca 含量10%以上なるは当然と云うべく，又 PANETSOS[18] よりの通信に依ればギリシヤにては pH 8以上が常で余が報告を見て驚いている位に Ca を多量に含んでいるらしい．

余が試験結果の正確なるを立証すべく伊仏両国における試験結果を抄録し参考に供しよう（勿論試験方法は全く異なっている）．

伊国 MARIMPIETRI の実験[11, 12]

Ariccia Valley の酸性土壌（pH 5,2）にて石灰は僅か 32mg per 100g 含む圃場で Frantoio を供試し定植前に，A，硫酸で pH4.1 にした区、B，硫酸石灰で pH4.0 にした区，C，石灰で pH6.8 にした区を作り 2カ年間発育状態を調査した処苗木の重量増加率はA82%，B592%，C532%を示し，余が実験と同様の結果を得た．

仏国 BOUAT, RENAUD[4]の実験．

最近 Elant の好意に依り入手した報告で如何にオリヴに石灰が 3要素以上に必要であるかを 立証する一資料たるを免がれない．本実験にては樹の成長に迄及んでいないのは甚だ残念である．

1，2及び3年生葉を1950年10月より毎月1～2回宛翌年の12月迄分析したもので，発芽当時NはCaより多く葉に含まれているが月と共に N は減じ Ca が多くなり，次表に毎年次の葉内に含まれる成分%及び比率を掲ぐ．

第7表　各年次葉内の成分

Table 7. Every age leaf analyses of Olive tree. Chemical elemens expressed as Percentage of dry matter.

	1年葉(One year leaf				2年葉(Two year leaf)				3年生(Three year leaf)			
	N	P_2O_5	K_2O	CaO	N	P_2O_5	K_2O	Ca	N	P_2O_5	K_2O	Ca
対乾物% Percentage of dry mstter	2.19	0.52	1.32	2.02	2.10	0.33	0.94	3.46	1.66	0.26	0,73	4.85
比率 (Ratio)	37	9	22	32	31	4	14	51	22	4	10	64
Min	1.72	0.29	1.00	1.00	1.63	0.23	0.75	2.63	1.50	0.20	0.64	4.00
Max	2.58	0.74	1.76	3.50	2.48	0.40	1.30	4.90	2.00	0.30	0.85	5.32

備考　対乾物成分平均含有量並に比率は原文から換算した．

WEHMER[26] の分析結果も第7表に近く，其他葉分析の結果は本報に譲る．

摘　　要

1　5万分の一ポットを用い，2年生 Mission 苗木を供用し，HOAGLAND，ARNON 培養液を少し変更し昭和29年6月22日に砂耕試験を硝子室内にて開始し，成育調査は満1カ年後の翌年6月23日に終った．併し欠乏症は8月末迄観察した各区2鉢を使用し標準区，無加里，無石灰区（以上 pH5.5～6.0），無苦土区，石灰増区及び石灰減区（以上 pH 4.0～4.5）として各区2鉢宛使用した。

2　**無加里区**　成育順調なる枝には何等欠乏症を見なかったが，成長中止した枝には葉尖端に Chlorosis を生じ，或は雲状の淡黄緑色を葉の中央部より尖端に見た．成育は標準区に劣らない．

3　**無石灰区**　試験開始後3カ月にて新梢の尖端極幼葉の尖端が灰色に変じ数日後枯死．成葉は枝の上部より褐色の Necrosis 生じて落葉する．Necrosis は時期に依り多少色を異にし春季に現われたものは暗褐色を呈した．翌年夏より成葉の尖端より淡黄緑色に変じ，尖端に Necrosis を生ずると同時に拡がり落葉且つ夏期に発生した新葉は発芽と同時に Necrosis を生じ4～5日にて落葉した．本区の葉は小形にて幅広く稍丸味を帯びるを特徴とし成育極めて悪しく14カ月にて一葉も留めない．

4　**無苦土区**　欠乏症が枝の下部より現われ，葉は小形にて幅狭きを特徴とし，欠乏症を完全に現わさぬ間に落葉し成育極めて悪い．

5　**石灰増区**　何等異状を認めない．成育極めて良好で，翌春から初夏にかけて葉は実に大きく，強酸性にも不拘成育最も旺盛なるは注目に値する．

6　**石灰減区**　無加里区同様順調に成育する枝には欠乏症を見せなかったが，成育悪しき枝には雲状の欠乏症を早期において見た．成長順調なる枝も翌年夏頃より急に尖端の新葉に症状を現わし灰褐変するのは全く無石灰区と同様であ

るが只発生の時期が遅れるのに過ぎない．培養液の pH に関係なきようであった．成育状態は第4位で満1カ年後において著しく衰弱の兆候を示した．

以上各区に就ての調査試験成績であるが余が3～4年前より現地で見聞した黄緑色の特徴を有する葉は本試験には現われず，2～3欠乏症が複合したのではないかと推定する．且つ又同一培養液にて同一の欠乏症並に成長を異にするは同一品種の実生砧木の内に各系統が混じ居り成分吸収の率が異なるには非ざるやと推定し，目下複合欠乏症は実験中であって砧木の系統に依る養分吸収の相違は新春早々より着手せんとする．

LITERATURE CITED

1. Alberecht, W. A.: Plants and the exchangeable calcium of the soil. *American Jour. Bot.* **128**: 394—402 (1941).
2. 浅見与七：果樹栽培汎論，土壌肥料篇，39—43(1951)
3. Baldacci, E., Foglianni, G.: A disorder of unknown origin in the olive in the lake Garda district (of Italy). *Oléar.* 9–10, (1951). from abst. in *Bol. Oléic. int.*, 5–67 (1951). (*Hort. Abst.* XXII. 2291).
4. Bout, A., Renaud, P., Dulac, J.: Etude sur la physiologie de la nutrition de l' olivier. (Deuxième mémoire). *Ann. Agron.* **4**, 599-625 (1953).
5. Cook, R. L. Millar, C. E.: Plant nutrient deficiencies diagnosed by plant symptoms tissue tests soil tests. *Agr. Exp. Sta. Depart. Soil Sci. Mich. State College Bull.* **353** (First Rev). (1953)
6. 出口正夫，太田安定，富田保雄：水稲に対する石灰施用の意味の再検討（Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ）．日土肥雑，**25** (4, 6)；**26**(1)，(1955).
7. Foglini, G.; Research on olive reptonecrosis. 2-Symptoms in the Garda district. *Oléaria,* **6** 346–53 (1952) (*Hort. Abst.* XXⅢ, 4550).
8. Hartmann, H. T., Brown, J. G.: The effect of certain mineral deficiencies on the growth, leaf appearance, and mineral content of young olive trees. *Hilgardia* **22** (3) (1953).
9. Hoagland, D. R., Arnon, D. J. (Rev. by D. I. Arnon): The water culture method for growing plant without soil. *Calif. Agr. Exp. Sta. Cir.* **347**, Rev. (1950).
10. 古里和夫：柑橘の成育不良の一原因，農業技術研究 **7** (3)，(1953).
11. Marimpietri. L.: Reaction, calcium and the development of the olive. *Ital. Agr.* **87**. (1950) (*Hort. Abst.* XXI, 1388).
12. ………………; Soil reaction and lime content and the development of olive tree. 13*th Congr. int. Oléic.* **3** *Actas. Oléic.*, 1, (1950) (*Hort. Abst.* XXII, 3439).
13. 野呂癸己次郎：土壌の反応並に各種養分がオリヴの成育に及ぼす影響に就て（Ⅰ）土壌の反応とオリヴ樹の発育に関する研究，香川農大学術報告，**7** (3)，253—260 (1956).
14. ………………………………（Ⅱ）Ca, Mg, K のオリヴの成育に及ぼす影響に就て，香川大学農学部学術報告，**8** (1)，91—99 (1956).
15. …………，梶本諭：柚砧の温州密柑の成長に及ぼす影響　1．柚の三倍体に就て，香川農大学術報告　**7** (1)，36—40 (1956).
16. …………：未発表
17. ヲスカル，ロイブ（古田徳太郎訳）：植物生育に対する石灰及苦土の関係に就て，農学会報，**54**(1902)
18. Panetsos, C.: 私信 (1956).
19. Renaud, P., Bouat, A., Dulac, J.: Etude sur la physiologie de la nutrition de l' olivier. (Premier mémoire). *Ann. Agron. Ser. A,* **2**, 828—48 (1951).
20. ……………, ……………, ……………; ………… (Troisième mémoire). *Ann. Agron.*, **4** 459-88, (1954).
21. 佐藤公一：果樹葉分析に関する研究（Ⅳ）．農業技術研究所，E（園芸），**5** (1956).
22. 杉山直儀，岩田正利，七条寅之助：蔬菜の養分欠乏症状(第2報)，園芸学会雑誌，**20** (2), 89—96 (1951)
23. Wallace, C. B. E. M. C., SC., ER. I. C.: The diagnosis of mineral deficiencies in plant. (1951).
24. Webber, H. J.: Variation in seedling and their relation to rootstock. *Hilgardia,* **17** (1) (1932).
25. Wehmer,: Die Pflanzenstoffe, (Ⅱ) 853 (*Olaea europaea* L., Olive, Oelbaum) (1931).
26. Yankovitch, L., Berthelot, P.: Rapport sur l' enracinement de l' olivier et des autres arbres fruitiers en Tunisie. *Ann. Serv. Bot. Agron. Tunisie.* **20**, 109–176 (1947).

Résumé

This experiment was started on June 23, 1954 and continued until August, 1955. Two-years old Mission olive trees grafted on the seedling of the same variety were used. All the trees treated were grown in the so-called 1/50.000 pots having white particles of sand called quartz sand in Japan. The following nutrient solutions were used, three of them recommended by HOAGLAND and ARSON, and the others modified by NORO were used : (I) full nutrient solution, (II) one lacking potassium, (III) one lacking calcium (IV) one lacking magnesium, (V) one including about redoubled calcium, (VI) one including half calcium.

The solutions of the plots (I), (II), (III) were maintained at a pH of approximately 5.5-6.0 and those of the plots (IV), (V), (VI) were maintained at a pH of 4.0-4.5 by adding N/10 sulphuric acid.

LEAF SYMPTOMS: Figure 2 shows the characteristic leaf symptoms which have appeared as results of the dificiency of potassium, calcium and half-calcium in the plots (II), (III) and (VI). There were a progressive development of a light yellow-green, chlorosis area from tip to base of the leaves in the lacking magnesium and including about half calcium.

Before the characteristic leaf symptoms found in each plot new growth always ceased.

In the plot (III), the leaves were very small and very wide as showed in the figure 1. The growth of new shoots ceased after about three months after planting and necrosis in the leaf area soon appeared, leaf defoliated. After that, although new shoots developed, necrosis soon developed in the leaves and de- foliated.

In the plots (II) and (IV), the same symptoms of deficiency as indicated by HARTMANN appeared a little in only four months.

In the plot (VI), after six months the deficiency developed in the week plant and after about 12 months the same symptoms appeared in the leaves in the strong plant.

In general, the redoubled calcium plant made greatest growth in spite of the pH 4.0-4.5, followed in order by those a plant lacking potassium, a full-nutrient plant, a plant giving half calcium, a plant lacking calcium, and finally magnesium.

From the conclusion of the experiment, I observed that each plant of the same plots showed the different growth and symptoms of deficiency. So I thought that there were some different strains in the same seedlings of Mission olive. I intend to classify the seedlings of Mission and Oleaster varieties into several strains by using sand culture.

正　誤　表 (野呂癸巳次郎)

ページ	行	誤	正
99	8	oid	old
103	2	澱分	澱粉
107	14	ものごとく	もののごとく
〃	22	なろろか	なかろうか
108	下から11	power	powder

ANTIBIOTIC PRODUCTION INDUCED BY 2,4,5-T AND MCP IN *GLOEOSPORIUM OLIVARUM* CAUSING OLIVE ANTHRACNOSE

Nakato NAITO and Toshikazu TANI (Laboratory of Phytopathology)

(Received December 20, 1956)

1. Introduction

There is an extensive literature relating to the activity of various plant growth-regulators on higher plants. As to their stimulative or inhibitory effect on micro-organisms, many investigations have also been made especially in recent years. However, our knowledge of the mechanism in their activity is largely the result of studies on higher plants, and little is known of the process in fungi. In recent papers[18,19], the authors have pointed out that *Gloeosporium olivarum* Alm. (causing the olive anthracnose) produces a certain antibiotic substance when it was grown on media supplied with sodium 2,4-dichlorophenoxyacetate (2,4-D). At the same time, there have been provided five lines of evidence which led us to conclude that 2,4-D may give an effect on the pathogen by this antibiotic rather than by its direct action on the organism. Therefore, it seemed desirable here to make clear whether such character of inciting an antibiotic production is limited in 2,4-D alone or not.

From such point of view, in the present investigation similar studies were extended to several other chemicals, now widely recognized as herbicides or phytohormones like 2,4-D. In consequence of the results, we could confirm that the phenomenon in question is caused as well by 2,4,5-T and MCP both of which have structural resemblance to 2,4-D.

2. The Growth Curve of *Gloeosporium olivarum* on Media containing 2,4,5-T or MCP with Special Reference on the Comparison with Other Herbicides and NAK

A motive which led the writers to obtain a new information that *Gloeosporium olivarum* is induced by 2,4-D to produce a certain antibiotic substance responsible for its inhibitory activity, was in the fact[17] that the growth curve of the pathogen on agar media containing 2,4-D had been the "staling" type in spite of being the "non-staling" type on control media without it. Consequently, for the purpose of obtaining a preliminary information as to the possibility that any other chemicals than 2,4-D might have the same property, the growth curves of the causal fungus were studied with media containing different concentrations of the following chemicals*1 : 2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid (2,4,5-T), 2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid (MCP), isopropyl-n-(3-chlorophenyl)carbamate (IPC), pentachlorophenol (PCP) and potassium α-naphthaleneacetate (NAK). 2,4,5-T and NAK used for tests were pure material, but in MCP and IPC, commercial preparations which contain the effective compound at 41.5 and 45.3% respectively were provided for use except when stated otherwise, so that their concentrations being calculated on the basis of these figures. Since the percentage of the effective compound was not clear in PCP preparation, such consideration was not paid in its dilution. Again, 2,4,5-T, IPC and PCP were added to vessels as acetone solution because of their insolubility in water, and media were poured into them after being evaporated of the solvent.

(1). *On agar media*

Each of the five chemicals chosen was added respectively to peptone-salts agar media*2 showing 5.4 in pH to give various concentrations, and the pathogen was cultured on them in Petri dishes at 25°C for 17 days except IPC in which incubated for 15 days. The diameter of the respective colonies was

---

*1 We are indebted to Mr. Kunikazu UEKI of this university for obtaining the former four chemicals.

*2 Peptone 20 g, KH_2PO_4 1 g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.4 g, sucrose 50 g, agar 2%, dist. water 1 L.

measured each day. Since, however, acetone was employed as a solvent for three of the chemicals to be tested, it was thought possible that this acetone might affect the growth. Hence, media supplied with acetone alone so as to be just the same as the highest level in the lots were also prepared as second control.

Table 1. Diameter in mm of colonies of *Gloeosporium olivarum* grown on peptone-salts agar media containing different concentrations of five chemicals at 25°C

Chemical	Concentration (%)	Culture duration (day)								
		2	4	6	8	10	12	14	16	17
2, 4, 5-T	0.002	13.5	30.4	46.0	62.6	77.6				
	0.003	13.2	25.2	35.7	46.7	55.7	64.7	71.4		
	0.004	12.4	19.7	24.5	28.1	30.4	33.0	35.2	36.9	37.7
	0.01	10.0	14.9	17.2	19.6	20.3	21.6	22.6	23.6	23.8
	0.02	1.4	4.6	6.1	7.4	8.8	9.9	10.9	11.7	12.2
	0.04	0.0	0.9	1.9	2.9	3.7	4.6	5.4	6.1	6.3
MCP	0.008	10.4	22.5	32.6	45.2	55.4	64.4			
	0.015	8.6	18.0	24.5	31.5	37.4	43.5	48.9	52.5	54.6
	0.02	8.0	15.2	20.9	24.3	25.8	26.8	27.8	28.5	28.9
	0.03	5.6	10.3	12.6	14.4	15.7	16.1	16.5	16.8	17.0
	0.1	1.8	3.2	4.7	6.2	6.3	6.9	7.3	7.3	7.4
IPC	0.001	10.5	27.1	45.5	64.0	76.5				
	0.002	7.8	20.8	35.1	50.3	65.7				
	0.0025	5.2	14.0	23.6	34.3	46.7	59.3	73.7		
	0.004	3.2	9.1	16.0	24.5	33.5	42.9	54.4		
	0.0045	2.1	6.0	12.2	18.2	25.7	34.7	44.7		
	0.005	1.6	3.7	7.3	11.3	16.2	22.3	29.4		
PCP	0.0003	7.0	16.0	26.5	39.2	52.0	66.2	79.0		
	0.0005	5.5	13.8	23.2	34.7	46.9	59.9	73.7		
	0.0006	0.9	2.0	2.7	4.1	5.7	7.7	10.0	12.9	14.7
	0.0008	0.7	1.4	2.0	2.9	4.4	6.1	7.0	9.0	10.1
	0.001					0.7	1.3	2.0	2.8	3.4
NAK	0.01	6.6	16.4	27.5	39.0	51.2	63.8	75.8		
	0.02	3.4	9.5	16.4	23.4	32.8	42.3	52.3	61.2	66.5
	0.03	0.9	5.7	8.9	12.3	18.2	24.2	29.8	34.7	37.6
	0.06	0.1	2.5	3.7	5.5	6.2	6.7	7.3	7.4	7.4
Acetone control		10.6	27.0	45.4	63.4					
Control (Petri-dish)		10.9	27.5	45.4	63.4					
Control (Glass-tube)+		11.2	28.4	47.4	64.4	82.6	99.0	117.8	134.6	143.4

+ The figures representing a twofold length of colonies on the glass tubes were quoted from a previous report.[17]

As shown in Table 1, each chemical restricted the growth at any given level, progressive inhibition being appeared with increase of concentration. Since little difference in growth was detected between the acetone control and the principal control, there is no reason to question the use of acetone for a solvent. Average daily growth-rate on two controls, drawn from the figures in Table 1, showed that it is nearly constant throughout the test period. On the other hand, the growth rate in the lots of 2, 4, 5-T and MCP in general declined gradually as culture proceeded, while the reverse was true for other chemicals with the only exception of 0.06% NAK. Consequently, the growth curve for the 2, 4, 5-T and MCP series showed the type of "logarithmic curve" (concave upwards), and the one of other chemicals generally resulted in the type of "exponential curve" (convex upwards) disregarding the exceptional instance above stated. Differing from either of the two types, nevertheless, control was characterized by a linear growth. For the sake of brevity, their representative data are given in Fig. 1 and Fig. 2.

It should be noted here that in all tests not only pH value had been almost invariable but also C sources had probably remained in a great deal even at the end of culture judging from positive

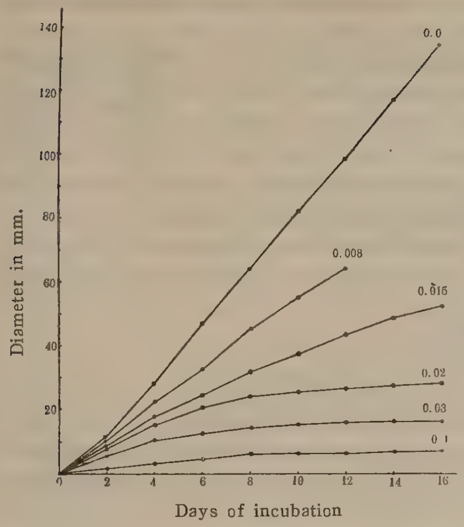


Fig. 1. Growth curves of *Gloeosporium olivarum* on peptone-salts agar media containing various concentrations (%) of 2, 4, 5-T during 16 day's incubation at 25°C.

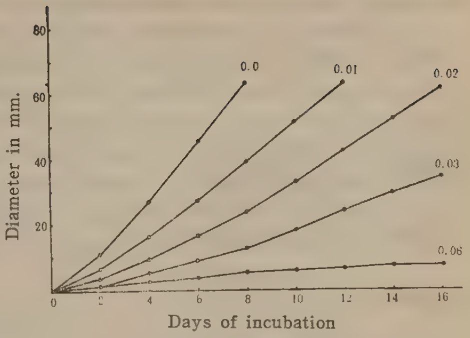


Fig. 2. Growth curves of *Gloeosporium olivarum* on peptone-salts agar media containing various concentrations (%) of NAK during 16 day's incubation at 25°C.

Fehling reaction of media. When the degrees of inhibition by these chemicals were expressed as index calculated by dividing diameter of their colonies by that of control, multiplying the quotient by 100, the index in the supply of 2, 4, 5-T and MCP was found to decrease progressively on the whole with the length of incubation, but to increase in other chemicals, namely indicating a gradual increase or decrease of inhibition degrees respectively. Fig. 3 illustrates a part of the data.

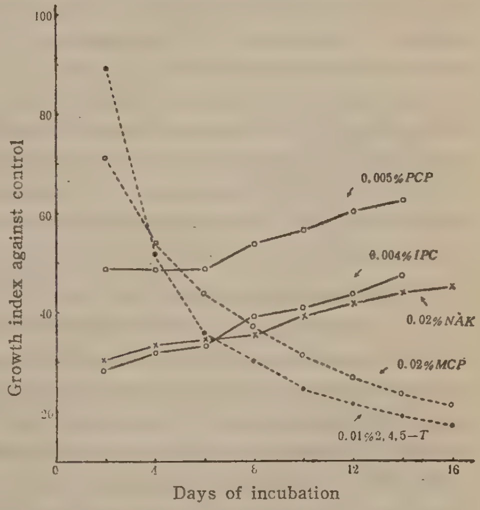


Fig. 3. Effect of 5 chemicals on growth index of *Gloeosporium olivarum*.

(2) ***On liquid media***

In order to make clear the growth curve on peptone-salts solution containing 0.015% 2, 4, 5-T, 0.03% MCP and 0.03% NAK respectively, the pathogen was incubated at 27°C in Erlenmeyer flasks of 200 cc capacity, each containing 50 cc of nutrients solution. Withdrawing 4 flasks at random per each chemical at 4-day-intervals, the growth relative to that in check was determined by dry weight (Table 2). In regard to control media, it is here seen that the cease of growth occured almost simultaneously with the rise in pH value from 5.4 to 7.4, and also that presumably carbon sources had been entirely exhausted in view of Fehling reaction. However, it seems unlikely that this altered pH is responsible for resulting inhibition, because an earlier study[16] has ascertained that the growth of the present fungus is almost identical at the pH range of 5.4–8.0. On these grounds, it is probable that the mycelial growth of control continues to increase with culture duration up to the point where autolysis owing to the exhaustion of nutrients begins to inhibit growth. On the contrary, the growth on media supplied with 2, 4, 5-T or MCP is nearly ceased as early as 8 days after inoculation, notwithstanding the remaining of nutrients and the maintenance of constant pH value. Unlike these two chemi-

Table 2. Effect of three chemicals upon growth of *G. olivarum* grown in peptone-salts solution at ca. 27°C

		Culture duration (day)						Reaction of filtrates after culture	
		4	8	12	16	20	24	Fehling	Biuret
Control	Dry weight of mycelium (mg)	94.4	1010.7	1282.1	1336.8	1295.1	1282.8	−	−
	pH of medium	4.6	5.8	7.4	7.6	7.6	7.6		
0.015%2,4,5-T	Dry weight of mycelium (mg)	16.1	64.6	60.9	52.3	46.5	43.3	+	+
	pH of medium	4.8	4.5	4.4	4.4	4.4	4.3		
0.03%MCP	Dry weight of mycelium (mg)	21.7	82.4	85.2	86.2	99.3	80.0	+	+
	pH of medium	4.6	4.5	4.4	4.4	4.4	4.3		
0.03%NAK	Dry weight of mycelium (mg)	12.5	50.6	82.8	235.6	480.2	654.5	+	+
	pH of medium	4.8	4.7	4.7	4.6	4.6	5.0		

cals, no decrease of the growth rate was found with regard to NAK. In this instance, however, it seems reasonable to assume that autolysis is not as yet set in solely on account of the lower consumption of nutrients coming from the unfavourable growth. So, the type of this growth curve may be accepted to be identical with that of control.

Two series of experiments above stated indicate clearly that 2,4,5-T and MCP are unique in showing the growth-curves of the "staling" type on both solid and liquid media, while those on media with or without other chemicals proved to be the "non-staling" type. Since, moreover, the growth curve of the former type depends upon neither the change of pH value during culture nor the exhaustion of nutrients, the evidence must be said to offer a strong suggestion for the mechanism by which 2,4,5-T and MCP exert their inhibitory activity upon the causal fungus.

3. The Production of Clear Zone when Two Colonies of *G. olivarum* are grown together in the Same Petri Dish on Agar Media supplied with either 2,4,5-T or MCP

In a previous paper[10], it was reported that two colonies of *G. olivarum* are separated by an inhibition zone when they are planted on the same agar plate containing 0.02% 2,4-D, whereas they come into contact on control media without it. Since, on the other hand, the type of the growth curves in 2,4,5-T and MCP were essentially similar to that of 2,4-D but rather an opposite trend occured in NAK as we have already seen, the comparative studies were performed with these three chemicals as to an inhibition zone production. Thus, two colonies were grown together at 25° in the same Petri dish on agar media with or without 0.006% 2,4,5-T, 0.015% MCP and 0.03% NAK, both inocula being set at a distance of 14, 28, 42 and 70 mm apart respectively. 3 dishes were used per each interval for each chemical. In each of the two trials, two colonies on media with or without NAK came into direct contact not later than the 14th-16th day. In 2,4,5-T and MCP, nevertheless, vegetative growth stopped before they touch, thus leaving a clear zone of medium 0.2-5.1 mm wide even at the end of culture for 30 days.

If their inhibitory activity is entirely due to the direct effect upon the present fungus, it seems improbable that the clear zone is maintained for so long period, even if the unfavourable growth shoud be justifiable. In addition, the width of the clear zone tended to increase as the interval of both inocula was increased. This may be in accord with the findings later seen in Table 3 which shows the increasing yield of an antibiotic with the length of incubation.

4. Isolation of a Crude Antibiotic Substance from the Culture Filtrates of *G. olivarum* grown on Media containing either 2,4,5-T or MCP

Preliminary research described in section 2 and section 3 has suggested that 2,4,5-T and MCP also would

be useful as incitants of antibiotic production like 2, 4-D. Therefore, some efforts were made in order to isolate the probable substance in partially purified form. Cultures were maintained in quiet for 12 days at 25°-30°C in flasks containing 50 cc of peptone-salts solution with an initial supply of 0.015% 2, 4, 5-T or 0.03% MCP. Withdrawing at random 4 flasks per each chemical, the mycelial mats were removed by filtration, ground with a mortar, and then added to fresh agar media of which quantity was quite identical with the initial solution (200 cc). When the fungus was again inoculated on them, no inhibition followed these inoculations in each case, suggesting that the probable substance in question is located in the culture filtrates. For this reason, the filtrates were fractionated in order with a variety of solvents according to the procedure presented in Fig. 4, each fraction being assayed for an inhibitory activity with the aid of a dilution agar media technique or paper disk method.

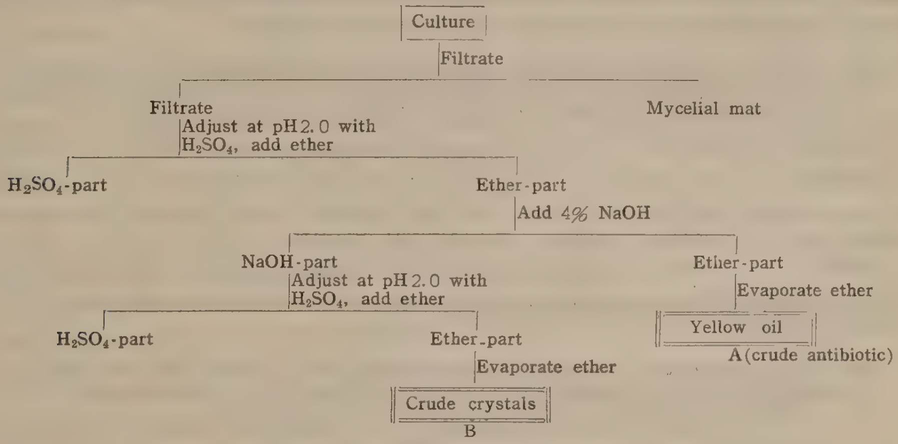


Fig. 4. The fractionation of culture filtrates.

The results showed that the fraction A, a yellowish oil, alone develops a marked inhibition in either case of both chemicals. Judging from the negligible effectiveness of fraction B to which both 2, 4, 5-T and MCP move actually, it is probable that they had been either converted into material devoid of fungitoxicity or they constitute precursor of the active material in question. However that may be, it seems reasonable to assume that the crude substance of a yellowish oil plays a main role for the inhibitory activity of the culture filtrates. Doubtless, the appearance of the substance is not a result of the simple chemical reaction between both chemicals and nutrients initially added, since none of that was produced even when the same media had been kept in the presence of each chemical at 25°C for 24 days without inoculation. Moreover, it has been already ascertained by the previous studies[19] that fungitoxicity against the causal fungus could be detected in neither filtrates nor mycelia harvested from the control culture. Laboratory tests indicate that the respective crude substance is very active against a number of plant pathogenic fungi too, including *Cochliobolus miyabeanus* and *Gibberella saubinetii*, so that it may be considered a certain antibiotic substance until additional information is available. Detailed data on the effect against fungi and bacteria will be discussed on the later pages. NAK failed to incite the production of detectable amounts of antibiotic by the similar culture.

5. The Relation of Culture Duration and the Concentration of 2, 4, 5-T or MCP to the Antibiotic Production

The first culture of *G. olivarum* was carried out at 25°C for 21 days in the same nutrients solution sup-

plied with 0.015% 2, 4, 5-T and 0.03% MCP respectively, initial pH 5.4. Withdrawing 4 flasks per each chemical every 4 days, the crude antibiotic, designated preparation A in Fig. 4, was extracted from their own filtrates respectively, and then incorporated in the same new agar media of which quantity was quite similar to the original solutions. The 2nd culture of the causal fungus was conducted at 25°C on these media. The relative potency of the antibiotic produced in the 1st culture was determined by the diameter of colonies on the 2nd culture after incubation of 7 days. In this manner, the relation of the culture duration to the antibiotic production could be established in each chemical (Table 3). The results show an increasing titer of the respective antibiotic according to the advance of culture.

In similar experiments too, which were performed with a supply of 0.01, 0.02% 2,4,5-T or 0.01, 0.02, 0.04% MCP in the 1st culture of 12 day's incubation, the crude substance developed virulence in any case (Table 4). At the same time, the yield of the antibiotic is assumed to rise with increasing concentration of each chemical initially added, at least within the concentration-range tested.

Table 3. Diameter in mm of colonies of *G. olivarum* on agar media containing the crude antibiotic isolated from culture filtrates of the causal fungus which had been incubated at ca. 27°C for different periods on peptone-salts solution in the presence of 2, 4, 5-T or MCP

Chemical	Culture duration of 1st culture (day)							Control
	0+	4	8	12	16	20	24	
0.015% 2, 4, 5-T	48.6	47.8	7.2	0.0	0.0	0.0	4.9	50.9
0.03% MCP	52.6	52.5	15.8	14.4	6.7	13.0	10.0	50.9

+ The same isolation process was carried out with nutrients-solution which had been kept for 24 days in the presence of 2, 4, 5-T or MCP without inoculation.

Table 4. Diameter in mm of colonies of *G. olivarum* on agar media containing the crude antibiotic isolated from culture filtrates which had been incubated at 25°C for 12 days on peptone-salts solution in the presence of various concentrations of 2, 4, 5-T or MCP

2, 4, 5-T (%)		MCP (%)			Control
0.01	0.02	0.01	0.02	0.03	
30.0	0.0	44.5	19.2	4.7	57.1

6. Physical and Chemical Properties of the Antibiotic purely isolated from the Culture Filtrates of *G. olivarum* grown in the Presence of MCP

1,364.6 mg of the crude antibiotic could be extracted from 4.5 L of the 12-day quiet-culture filtrates of *G. olivarum* which had been grown in peptone-salts liquid medium containing 0.03% MCP for 12 days at 25°C by the use of 100 flasks. When the crude antibiotic was left in the acetone-water mixtures (3:7v/v), crystallization has originated in several days. After being further recrystallized from ether, the above treatment was repeated several times to isolate finally a pure antibiotic substance of white needle-shaped crystals melting at 55°C. The yield was 816 mg. There occured here a reasonable question whether the antibiotic thus obtained might had been induced by impurities because the experiments hitherto mentioned had been conducted with the commercial material of MCP. Since, however, pure material* also proved to be similarly effective in inciting the inhibition of growth as well as the antibiotic production, it is beyond doubt that the antibiotic production concerned is not attributable to the impurities. Although attempts have also been made to purify the crude antibiotic obtained by 2, 4, 5-T supply, none have so far been successful. The physical and chemical properties of the pure antibiotic are as follows.

* The material was kindly furnished by Mr. Kiyoshi KOYAMA, Agr. Chem. Inspec. Sta.

(*1*) ***Thermostability*** Because no loss of activity was detected even after heating to 150°C for 2 hrs., the antibiotic seems to be thermostable.

(*2*) ***Quantitative tests*** The antibiotic reduces Nessler's reagent, and it is positive for alkalixanthate reaction. The Fehling, Tollens, Xanthoprotein, diazotized benzidine, Millon and Liebermann (for nitroso compounds) test are all negative. Bromine water is slightly decolorized by the test solution. Beilstein test[7] gives a green color to a flame, characteristic to organic compounds containing halogen. Lime test and Lassaigne's test for nitrogen[7], Lassaigne's test etc. for sulfur[1,7], a test for P[7] were all negative.

(*3*) ***Solubility*** The antibiotic is nearly insoluble in cold water, but soluble in petroleum ether, ligroin and hot water and easily soluble in methanol, ethanol, butanol, acetone, ether, chloroform, acetic acid, benzol, xylol and toluol.

(*4*) ***Paper chromatography*** One-dimensional paper chromatography studies were made. Ascending chromatograms were run for 7 hrs. at 20°C on "Tōyōroshi" No. 5 filter paper strips 40 cm long and 1 cm wide. Strips were spotted with the testing material which were carried in dilute methanol, and they were dried and suspended in a sealed chamber, the atmosphere of which had been saturated with the developing mixture. The mixture used contained 30 per cent acetone, 5 per cent methanol and 65 per cent water, by volume. Rf value was determined from the position of inhibition zone, by placing the developed chromatograms for 48 hrs. at 26°C on a large assay plate seeded with conidia of *G. olivarum*. The results showed that the inhibition zone presented in strips of the crude material was only one and also that Rf of the spot was quite identical with that of the pure antibiotic, both being 0.73. Hence the pure antibiotic is considered to play a principal role in the virulence of the crude material.

(*5*) ***Taste*** The pure substance has a bitter taste on touching the tongue. The similar taste of the crude substance might be due to this pure antibiotic.

7. Fungistatic and Bacteriostatic Activity of the Antibiotic purely isolated from the Culture Filtrates of *G. olivarum* grown in the Presence of MCP

The crystalline antibiotic produced by MCP culture of *G. olivarum* was tested against a number of microorganisms.

(*1*) ***Effect upon the growth***

The antibiotic was incorporated into peptone-salts agar media to give various dilutions ranging from 1:3,000 to 1:50,000 and 10cc lots of assay agar were added to 50cc flasks, the growth of 3 species of phytopathogenic fungi on them being compared by the diameter of colonies after incubation at 25°C for 3 days. On account of insolubility in cold water, the antibiotic was added to flasks as acetone solution, after its evaporation media being poured into them. The mean value of 5 flasks per each dilution is recorded for each fungus in Table 5. These data indicate that *G. olivarum*, *Cochliobolus miyabeanus* and *Corticium centrifugum* are completely or nearly completely prevented in the growth at the level of 1:5,000, and also that the highest dilution of the antibiotic in which any inhibitory effectiveness could be demonstrated seems to lie about at 1:40,000, 1:10,000 and 1:30,000 respectively against the respective fungi.

Table 5. Diameter in mm of colonies of three pathogenic fungi on peptone-salts agar media containing the pure antibiotic of different dilutions

Fungus	Antibiotic dilution							Control
	1:3,000	1:5,000	1:10,000	1:20,000	1:30,000	1:40,000	1:50,000	
G. olivarum	0	±	11.4	13.2	16.0	18.4	20.1	20.9
C. miyabeanus	0	±	10.8	13.2	13.2	16.5	15.2	13.1
C. centrifugum	0	0	±	trace	2.1	11.7	8.8	8.2

Another examination was also done by paper disk method. In the case of fungi, square filter paper of 1 cm^2 containing 0.3, 0.1, 0.03 and 0.01 mg of this substance respectively was placed on agar plate at a distance of 3 mm from the ridge of each colony which had been previously grown until culture plates in Petri dishes were half covered. After being incubated thereafter at 25°C for 24 hrs., the width of a clear zone was estimated. Because of its insolubility in cold water, the substance concerned was added to paper as acetone solution, after its evaporation the paper being provided for use. In bacteria, on the other hand, the round filter paper 11 mm in diameter was treated in the same manner, and then laid on agar plate soon after their suspensions had been poured on the Bouillon's agar plate, the supernatant fluid being removed at once. The diameter of the inhibition zone surrounding the disks were measured after incubating for 24 hrs. at 30°C. The results are shown in Table 6. Considering all the date, it appears that the substance is active against all the organisms tested at the level of 0.03 mg or higher, with only one exception of *Sclerotium hydrophilum*.

Table 6. The width or diameter in mm of the clear zone formed between the paper disk containing the pure antibiotic and the colonies of microorganisms+

Microorganism	Micrograms of the antibiotic per disk			
	0.3	0.1	0.03	0.01
Sclerotium hydrophilum	3.0	—	—	—
Gloeosporium olivarum	3.0	1.0	0.5	—
Cochliobolus miyabeanus	2.5	0.5	±	—
Corticium centrifugum	2.0	1.5	±	—
Macrosporium porri	1.5	1.0	±	—
Piricularia oryzae	2.3	1.2	0.5	—
Pythium aphanidermatum	2.5	1.5	±	—
Glomerella cingulata	3.0	2.0	1.5	1.0
Erwinia subtilis++	14.1(22.8)	12.5(23.2)	±	—
E. aroideae	21.6	16.0	14.0	13.0
E. carotovora	20.0	15.5	13.7	±
Pseudomonas destructans	20.0	17.5	13.5	13.0
Escherichia coli	13.3	±	±	—

\+ The figures in fungi present the width of the clear zone and those in bacteria present the diameter of that. ± Clear zone, absent; inhibitive action, slight. — Inhibitive action, none.
++ Inhibition zone were free from growth of the assay organism in the central area of sparse growth. Measurements in parentheses included this incompletely inhibited area.

(2) ***Effect upon the conidial germination***

In order to confirm the effect of the antibiotic upon the germination of conidia, with *G. olivarum* as the test organism, the conidial suspension was dropped on a thin layer of agar media to which the pure antibiotic had been added in various dilutions. After being allowed to dry with the removal of the supernatants, slides were kept in a moist condition at 25°C for 12 hrs. befor germination counts were made. It is obvious from the data in Table 7 that no germination takes place at 1:3,000, and also that the germination percentage as well as the elongation of germ-tubes are relatively poor even at the highest dilution of 1:20,000.

8. Discussion and Conclusion

Studies in the present paper reveal that both 2,4,5-T and MCP also favor antibiotic production as in the case of 2,4-D, when *G. olivarum* is grown in the presence of each of them. Although all attempts to isolate a pure antibiotic from the crude preparation obtained by the addition of 2,4,5-T have yet been

Table 7. Germination of conidia of *G. olivarum* on peptone-salts agar media containing the pure antibiotic of different dilutions

Dilution of the antibiotic	Number counted	Number germinated	Per cent germination	Mean length of germ-tubes (μ)
1: 3,000	718	0	0.0	—
1: 5,000	532	22	4.1	10.0
1:10,000	491	65	13.2	10.8
1:20,000	476	346	72.7	16.9
Control	534	530	99.3	51.2

unsuccessful, in the case of 0.03% MCP supply the yield of the pure antibiotic described in section 6 represents that its concentration in the 12-day culture filtrate reaches ca. 0.02%. Since, on the other hand, this concentration of the antibiotic is nearly sufficient to inhibit the growth of the pathogen as seen in Table 5, this fact is interpreted as support for the view that the results of Table 2 showing the cease of vegetative growth in original culture is due to this antibiotic. On these grounds, we may draw a conclusion that the inhibitory activity of MCP *in vitro* on the growth of the pathogen is mainly invited by this antibiotic rather than by its direct effect upon the fungus. Comparison of the physical and chemical properties of the antibiotic in question with them of the one reported for 2, 4-D[18] shows that the both antibiotics differ distinctly in m. p., Rf and xanthoprotein reaction, although it may be that they are closely related each other on account of the striking resemblance in other respects. Furthermore, judging from the facts that 2, 4-D, 2, 4, 5-T and MCP all induced an antibiotic production but NAK failed to do so, such nature of antibiotic production is considered to be perhaps specific for 2, 4-D and related compounds, instead of a general phenomenon of the growth-regulators.

Our present knowledge of the mechanism by which the antibiotics are produced is far from complete. In regard to 2, 4-D especially, however, there have been known a number of publications which appear to give a valuable suggestion for the future studies concerning this subject. The one is an opinion that its herbicidal activity on higher plants depends on the accumulation of toxic substances in them, the substances being believed to be abnormal metabolic products of plants. For example, FULTS et al.[8] demonstrated this with scopoletin and the idea was supported by OVERBEEK et al.[23] Such assumption agrees with the report of AUDUS et al.[2] who stated that the toxic action of 2, 4-D resembles that of coumarin and also agrees with the investigation obtained by HAMNER et al.[10], who noted that β-methyl-umbelliferone, a coumarine derivative, is more toxic to broad-leaved plants than to Gramineae. Since it is also known, on the other hand, that in plants generally a small quantity of coumarin derivatives is detected[9,21] and that they are toxic to plants as well as phytopathogenic fungi[10,13,20,22], this assumption would call for special notice, although it is uncertain now whether the antibiotics in question are coumarin derivatives or not.

Besides these studies above stated, recent investigations concerning decomposition of 2, 4-D by organisms must be taken in consideration here. For example, *Bacterium globiforme*[3,4], *Flabobacterium aquatile* and a certain *Corynebacterium*-like species[14] isolated from soil respectively are known to be capable of decomposing 2, 4-D, the more favourable for the growth of microorganisms the soil condition, the sooner being its decomposition by them. Especially, the formest species is said to be able to utilize 2, 4-D alone as C sources. As 2, 4-D-decomposition products by microorganisms, 2, 4-dichlorophenol[5] and certain phenolic compounds[15] have been reported until now, although MUNEKATA et al.[15] are doubtful as to the former chemical. In the initial stage of a study, 2, 4-D absorbed into higher plants was considered to move in them as an original form[24]. However, relatively recent studies performed by the use of C^{14} labeled

2,4-D have ascertained that it undergoes a gradual breakdown by higher plants too[11], and that radioactive carbon dioxide is producted by soy bean plants which have been treated with the same chemical containing C^{14} in either the carboxyl or the methylene positions, whereas no carbon dioxide is evolved from the ring carbon at position 1[6,25]. As 2,4-D-decomposition products by soy bean[26] and kidney bean plants[12], two kinds of ether soluble substances and a water soluble substance have been isolated respectively. However, it is quite unknown yet as to whether such decomposition products by microorganisms and higher plants are related to the physiological action of the growth-regulator or not.

Hence, the evidence in this paper showing that the inhibitory activity of 2,4,5-T and MCP mainly depends on the antibiotics is of particular interest. Moreover, unpublished data that the virulence of fraction B in Fig. 4 to which 2,4,5-T and MCP move practically is found to decline gradually with the length of incubation when it was harvested, in contrast with the increasing yield of the antibiotics, suggests that both chemicals are more likely to constitute precursors of the respective antibiotic. Further studies are, however, necessary as to whether the antibiotics are by-products of an abnormal fungal metabolism induced by the addition of these chemicals, or products resulting from the transformation of those chemicals by the causal fungus.

References cited

1. Arima, J.: Yukikagaku-bunshekiho, 46-47, Tokyo, Iwanamishyoten (1950) (in Japanese).
2. Audus, L. J., Quastel, J. H.: *Nature* **159**, 320-324 (1947).
3. ______: *Plant and Soil*, **2**, 31-36 (1949).
4. ______: *Ibid.*, **3**, 170-192 (1951).
5. ______: *J. Sci. Food. Agr.*, **5**, 268-274 (1952).
6. Fang, S. C., Jaworski, E. G, Logan, A. V., Freed, V. H., Butts, J. S.: *Arch. Biochem.*, 32, 249-255 (1951).
7. Feigl, F.: Spot tests II. Organic applications, Fourth English edition, 64-65, 70-71, 72-73, 73-75, 77-78, New York, Elsevier Pub. Co. (1954).
8. Fults, J., Johnson, M.: West. Weed Conf. Denver, January (1950).
9. Goodwin, R. H., Traves, C.: *Amer. J. Botany*, **37**, 224-231 (1950).
10. Hamner, C. L., Sell, H. M., Klomparens, W. M., Vaughn, J. R.: *Botan. Gaz.*, **112** (2), 135-137 (1950).
11. Holley, R. W., Boyle, F. P., Hand, D. B.: *Arch. Biochem.*, **27**, 143-151 (1950).
12. ______: *Ibid.*, **35**, 171 (1952).
13. Ishii, Y.: *J. Agr. Chem. Soc. Japan*, **27**, 777-780 (1953) (in Japanese).
14. Jensen, H. L., Peterson, H. I.: *Nature*, **170**, 39-40 (1952).
15. Munakata, K., Kawata, S.: *Nogyo oyobi Engei* (Agriculture and Horticulture), **28**, 693-697 (1953) (in Japanese).
16. Naito, N., Tani, T.: *Tech. Bull. Kagawa Agr. Coll.*, **5** (2), 164-174 (1953) (in Japanese).
17. ______: Kunikata, H.: *Forsch. Pfl. Kr.*, Kyoto, Japan, **5** (3), 113-118 (1955) (in Japanese).
18. ______: Tani, T.: *Ibid.*, **5** (4), 127-138 (1956).
19. ______, ______: *Japan. J. Botany*, **15** (2), 152-163 (1956).
20. San Antonio, J. P.: *Bot. Gaz.*, **114** (1), 79-95 (1952).
21. Stoll, A., Periera, A., Renz, J.: *Helv. Chim. acta*, **33** (6), 1637-1647 (1950).
22. Thimann, K. V., Bonner, W. D.: *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **35**, 272-276 (1949).
23. Van Overbeek, J.: *Bot. Rev.*, **5**, 655-681 (1939).
24. Weintraub, R. L., Brown, J. W., Yeatman, J. N.: *Plant Physiol.*, **25**, 140-149 (1950).
25. ______, ______, Fields, M., Rohan, J.: *Ibid.*, **27**, 293-301 (1952).
26. ______, Yeatman, J. N., Lockhart, J. A., Reinhart, J. H., Fields, M.: *Arch. Biochem*, **40**, 277 (1952).

Résumé

When *Gloeosporium olivarum* Alm. causing the olive anthracnose was grown on media with various concentrations of five chemicals, 2, 4, 5-trichlorophenoxyacetic acid (2, 4, 5-T), 2-methyl-chlorophenoxyacetic acid (MCP), isopropyl-n-(3-chlorophenyl) carbamate (IPC), pentachlorophenol (PCP) and potassium α-naphthaleneacetate (NAK), the growth curve for 2, 4, 5-T and MCP was found to be the "staling" type, while that on media with or without other chemicals proved to be the "non-staling" type. Two colonies of the causal fungus came into direct contact when they were cultured in the same Petri dish on agar plate with or without 0.03% NAK. In 0.006% 2, 4, 5-T and 0.015% MCP, nevertheless, they separated from each other leaving an inhibition zone.

Solvent fractionation of culture filtrates of the pathogen which had been grown in the presence of 2, 4, 5-T or MCP yielded a crude antibiotic of a yellowish oil respectively, the relative titer being gradually increased with the culture duration and also with the increase of concentration of each chemical at least within the concentration range tested. In the case of MCP supply, a pure antibiotic of white needle-shaped crystals melting at 55°C could be isolated from the crude substance. It is thermostable, nearly insoluble in cold water, but soluble in hot water and organic solvents. It contains C, H, O, Cl and the hydroxyl group characteristic to a primary or secondary alcohol, but does not contain S, P, and N. The growth of *G. olivarum*, *Cochliobolus miyabeanus* and *Corticium centrifugum* were almost completely inhibited by this antibiotic at the level of 1:5,000, the dilution end point against the respective fungi being about at 1:40,000, 1:10,000 and 1:30,000 respectively.

Judging from the yield and the fungitoxicity of the antibiotic, the inhibitory activity of MCP *in vitro* on *G. olivarum* is considered to be attributable to this antibiotic rather than to its direct effect on the pathogen.

オリーブ炭疽病菌の 2, 4, 5-T 或いは MCP 添加培養による抗生物質の生成

内藤中人，谷　利一

2, 4, 5-T あるいは MCP を添加したペプトン加用合成培地におけるオリーブ炭疽病菌 (*Gloeosporium olivarum* Alm.) の生長曲線は "staling" 型を示すが，IPC, PCP あるいは α-ナフタレン酢酸加里塩 (NAK) 添加及び標準無添加培地では "non-staling" 型である．又 0.006% 2, 4, 5-T, 0.015% MCP 添加寒天培地にペトリ皿で同菌の対峙培養を行うと抑制帯が形成せられるが，0.03% NAK 添加及び無添加培地ではその形成をみない．これらの事実から 2, 4, 5-T, MCP 添加培養沪液中には抗生物質が生成せられるものと推定し，その抽出を試みたところ，前者からは黄色油状の粗物質，後者からは白色針状結晶 (融点 55°C) として分離することができた．両者ともその生成量は培養経過日数とともに増加し，且つ供試濃度の範囲では添加した薬剤濃度の高いものほど多い．MCP 添加培養によりえられた純抗生物質は熱に安定で，冷水に難溶のほかは熱水，多くの有機溶媒に溶解する．C, H, O, Cl の元素よりなると推定され，第1級もしくは第2級アルコール性 OH を有する．本物質を 5,000倍の稀釈となるよう培地に添加すると，オリーブ炭疽病菌，稲胡麻葉枯病菌は殆んど発育せず，前者は 40,000倍，南瓜白絹病菌は 30,000倍でも抑制せられる．オリーブ炭疽病菌の分生胞子は 3,000 倍で全く発芽せず，20,000倍でも発芽率並に発芽管の伸長が低下する．他の病原菌，細菌にも抗菌性を示す．MCP のオリーブ炭疽病菌に対する in vitro の抑制作用は，本抗生物質の収量並に抗菌力からして，菌に対する直接的作用というより，同剤添加により生成の誘致せられる本抗生物質に主因があるものと解せられる．

柿炭疽病菌の菌糸体発育に及ぼす phenol 性物質の影響並びに同菌 BAVENDAM 反応について

谷 利 一

Effects of phenolic compounds on mycelial growth of *Gloeosporium kaki* causing kaki anthracnose, and BAVENDAM's reaction of the causal fungus.

Toshikazu TANI (Laboratory of Phytopathology)

(Received December 24, 1956)

I 緒 言

柿は代表的 peroxidase 植物とされているから，その果実は tannin 以外に多くの phenol 性物質を含有している事が予想せられる．又，病原菌が柿果に侵入したために，より小分子の phenol 性物質が tannin の分解によりあるいは新しく生成される可能性も考えられる．一方又，植物病原菌の発育に及ぼす phenol 性物質の阻害力には著るしい差異がある事も既によく知られているところである．従って，柿果の炭疽病に対する抵抗性の一因として，果肉 phenol 性物質による菌の発育阻害が考えられるので，その基礎的資料をうるために，培地中における phenol 性物質の本菌発育に及ぼす影響について実験を行うと共に，同物質の酸化過程に関与する phenol oxidase についても BAVENDAM 反応により観察した．又，ascorbic acid が phenol 性物質の作用並びに BAVENDAM 反応に及ぼす影響についても実験し，2，3興味ある結果をえた．ここにその大要を報告する．

本文を草するに当り，指導と鞭撻をたまわった本研究室内藤中人教授，実験に協力せられた専攻生堀井隆司君に深謝する．

II 実験方法及び結果

1. phenol 性物質添加培地における菌糸体の発育

本研究室で分離した No.1号菌を供試した．RICHARDS 寒天培地を基本培地とし pH 6.0 に調製して 2回殺菌後，寒天の凝固せぬ間に薬剤を添加してよく振盪し，再び pH 6.0 に調製後20分間コッホで殺菌した．稀薄な薬剤区では薬剤の acetone 溶液を計算量培地に注入し，その際対照区には等量の acetone を添加したが，供試濃度の範囲内では，acetone による発育阻害は殆んどみとめられなかった．vitamin K_3 (2-methyl-1, 4 naphthoquinone) は acetone に懸濁状態であったが，そのまま分注した．ペトリ皿に 25°C で 5 日培養後菌叢の直径を測定し，対照区を100とした指数で阻害度を比較した（第1図）．発育阻害中央薬量 mol に基づく各薬剤阻害力の強さは α-naphthol＞ vit. K_3＞pyrogallol＞ *p*-cresol＞phenol＞pyrocatechol＞hydroquinone＞resorcinol＞salicylic acid＞phloroglucinol＞gallic acid の順であるが，発育を完全に阻害する濃度も，pyrocatechol と phenol、及び pyrogallol と *p*-cresol が逆になっているほかは上記序列に一致している．

市販 tannic acid も同時に供試したが，1, 0.25%添加区はそれぞれ 69.0, 95.7 の指数を示し，即ち他の薬剤に比べてその阻害力はあまり強くないものと言えよう．本結果を同じく市販 tannin に関する諸方(2)の報告と比較するのに，抑制は稍々低いが抑制力の高くない点では一致している．

2. 本菌の示す BAVENDAM 反応

前項の実験において培地中に観察された BAVENDAM 反応は第1表の通りである．即ち，本菌は resorcinol, hydroquinone, gallic acid, tannic acid 及び α-naphthol 添加区に本反応を示す．中でも，gallic acid と tannic acid の酸化帯は漆黒色で，罹病果病斑の色と類似していた．本研究室で分離した他の 4 種類の菌についても同反応を試みたが(第2表)，各分離菌とも 1 号菌と同じ色の酸化帯を形成した．

3. phenol 性物質の阻害力並びに BAVENDAM 反応に及ぼす ascorbic acid の影響

前項同様の phenol 性物質添加培地に ascorbic acid を添加し，10分間コッホで殺菌した．低濃度区は水溶液にして所定濃度になるよう培地に加え，又その添加量は培地内 phenol 性物質と等 mol にした． なお操作に用いた蒸溜水，

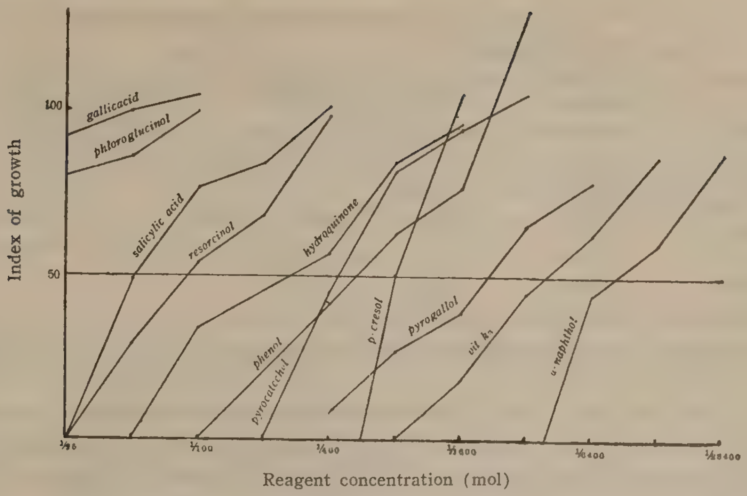


Fig. 1——Retardation of mycelial growth of the causal fungus by phenolic compounds in RICHARDS' synthetic medium.

Table 1.—BAVENDAM's reaction of the causal fungus grown on culture media containing phenolic compounds

Reagent added	Reagent concentration	Color reaction	Color of oxidation zone
Phenol	M/100～M/3200	—	
p-Cresol	M/400～M/1600	—	
Salycilic acid	M/25～M/400	—	
Pyrocatechol	M/200～M/3200	—	
Resorcinol	M/50～M/100	++	apricot*
Hydroquinone	M/50～M/300	++	apricot*
Pyrogallol	M/400～M/6400	—	
Phloroglucinol	M/25～M/100	—	
Gallic acid	M/25	++	dark brown
α-Naphthol	M/3200	+	blue purple
Tannic acid	1%～0.5%	++	dark brown

* The Royal Horticultural Society: Horticultural color chart, 1938.

Table 2.—BAVENDAM's reaction of some isolates grown on culture media containing phenolic compounds

Reagent added	Reagent concentration	BAVENDAM's reaction Isolate No. 1	2	3	4	5	Days necessary to produce oxidation zone Isolate No. 1	2	3	4	5
p-Cresol	M/600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hydroquinone	M/100	++	++	++	++	++	3	3	3	3	3
Gallic acid	M/25	++	++	++	++	++	3	3	4	4	3
α-Naphthol	M/4000	+	+	+	++	+	10	3	7	3	5

Table 3.—Effect of ascorbic acid to retarding action of phenolic compounds and BAVENDAM's reaction

Reagent added	Reagent concentration	Index of mycelial growth: Ascorbic acid present	Ascorbic acid absent	control*	BAVENDAM's reaction: Ascorbic acid present	Ascorbic acid absent
p-Cresol	M/600	4.8	11.4	97.8	—	—
Hydroquinone	M/100	36.3	35.9	81.9	—	++
Pyrogallol	M/800	48.9	+	87.1	—	—
Gallic acid	M/25	71.4	88.5	80.2	—	++
α-Naphthol	M/4000	107.7	±	90.4	—	+

*Phenolic compounds absent

器具等はあらかじめ殺菌しておいた．菌叢の発育は 25°C 5 日後に測定し，BAVENDAM 反応は毎日10日間観察した(第３表)．

α naphthol 及び pyrogallol 培地においては，ascorbic acid 添加により薬剤の阻害力は著るしく減退し，殊に α-naphthol 培地では BAVENDAM 反応が消滅している．しかし hydroquinone 培地では，酸化帯は消滅するが阻害力には変化がない．酸化帯の消滅はこのほか gallic acid 培地でもみられた．なお *p* cresol 及び gallic acid 培地では抑制力の増加を示しているが，これは必ずしも各ペトリ皿共通の傾向ではなかったので有意的な差異とは考えられない．

III 考　　察

本菌は pH 6.0 の RICHARDS 寒天培地中で α-naphthol, vit. K_3 及び pyrogallol により著るしく発育を阻害され，*p*-cresol, catechol, phenol 及び hydroquinone によっても比較的低濃度で抑制される．又，柿 tannin の shibuol を構成する分子と考えられている[11] phloroglucinol と gallic acid は他の phenol 性物質に比べてその阻害力が特に弱いようである．この事は，柿果中の tannin 含量と抵抗性の間に相関性が見出せない事実[2, 12] とも一致して興味がある．全般的にみて，本実験結果からは薬剤の菌体発育阻害力と -OH 基の数，あるいは位置との関係は見出せないようである．糸井[3]は *Pythium ultimum* の発育に及ぼす polyphenol 成分の影響を明らかにしているが，それらの示す抗菌性は必ずしも本実験結果と一致していない．これは供試菌の相違によるものであろう．

phenol 性物質の阻害力に影響する要素の一つとして，これら物質の酵素的酸化還元による変化が考えられる．即ち RICH ら[8]によれば，laccase の活性を阻害しない phenols は laccase により酸化されて quinones となり無毒化する．一方，SCHAAL ら[9]は quinone 型の方が phenol 型よりも *Streptomyces scabies* に対して毒性が強いと報告している．このように，phenol oxidase の存在下で phenol 性物質は quinone 型に変化して菌に対する作用力を減少あるいは増加するようである．一方又，phenol oxidase が phenol 性物質に働いて酸化が起ったとき，ascorbic acid が酸化物として再び phenol 型に還元する事が知られている．したがって，phenol 性物質の菌に対する作用は，phenol oxidase と ascorbic acid の関連下に考えられなければなるまい．本菌が或種の phenol 性物質を酵素的に酸化する能力を有する事は本実験の Bavendan 反応より明らかであるが，柿果中には又 phenol oxidase[11] 及び多量の ascorbic acid の存在が知られている．したがって，phenol oxidase と ascorbic acid による phenol 性物質の酵素的酸化と酸化物の還元が本菌の発育に如何に影響を及ぼすものであるかを，ascorbic acid を添加した数種の phenol 性物質含有培地について明らかとした．それによれば，α-naphthol 及び pyrogallol の阻害力は ascorbic acid の存在により著るしく減少する．その場合，α-naphthol 培地では BAVENDAM 反応が消滅しているから，酵素的に酸化された α-naphthol は再びascorbic acid によって還元されるものと推察される．α-naphthol 培地におけるこの現象は SCHAALら[9]の説に一致しているようであるが，hydroquinone 培地では BAVENDAM 反応が消滅するにもかかわらず阻害力の減少がみられず，又本菌の BAVENDAM 反応に関与しないと思われる pyrogallol が ascorbic acid の存在によりその阻害力を半減している事実は，ascorbic acid が単に quinone-phenol の反応過程にのみ関与するものではない事を暗示しているように思う．いずれにしても，ascorbic acid は，菌に及ぼす或種の phenol 性物質の作用に影響を与えるようであり，in vivo におけるその存在は重要な意味をもつものと推測される．

BAVENDAM 反応に関与する酵素として，laccase と tyrosinase が知られているが，樋口[1]によれば，α-naphthol は laccase が，又 *p*-cresol は tyrosinase が反応する．本菌は α-naphthol 培地に明瞭な酸化帯を生じ，*p*-cresol 培

地では形成しないのであるから，本菌は laccase を体外に分泌するものと思う．

田中[11]によれば，柿果肉では quercetin のような3′, 4′ の位置に -OH 基をもつ物質の酸化還元が行われ，呼吸系に介入すると考えられている．したがって，本菌酵素による phenol 性物質の酸化現象は直接寄主の代謝に影響する可能性あるものと考えられる．

永田[6]は，茶葉に炭疽病菌が侵入すると，抵抗性品種の罹病部に tannin の集積が起り，gallic acid の増加する事から，gallic acid 含有量が直接抵抗性と関係があるらしいとしている．このほか，寄主組織に菌の発育を阻害する phenol 性物質が含まれているとする報告はあるが[4, 5, 7, 13]多くの研究者はこれが寄主内で直接菌を阻害して抵抗性の原因をなすものではないと考えているようである[10]．本菌に対して，寄主の phenol 性物質が如何なる役割をはたしているかは今後の研究にまちたい．

摘　　要

1. RICHARDS 培地に各種 phenol 性物質及び vitamin K_3 をそれぞれ添加して，柿炭疽病菌の菌叢発育に及ぼす影響を明らかにした．薬剤の種類によって阻害力は著るしく異なるが，shibuol の構成分子とされている gallic acid 及び phloroglucinol は概して阻害力が弱い．

2. 本菌は，α-naphthol 培地で BAVENDAM 反応を示すが *p*-cresol 培地では示さないので，培地中に laccase を分泌するものと思う．本反応は resorcinol, hydroquinone, gallic acid 及び tannic acid 培地でもみられた．

3. ascorbic acid 添加培地では，pyrogallol 及び α-naphthol の阻害力は著るしく減少する．しかし，この現象は *p*-cresol 及び hydroquinone においてはみられず，又 ascorbic acid の存在により，培地の BAVENDAM 反応は消滅する．以上の事実は，柿果に存在する ascorbic acid が，菌に及ぼす phenol 性物質の作用に対して，重要な意味をもつ事を示唆しているものと思う．

引　用　文　献

(1) 樋口隆昌，北村和久：日林誌，**35**，350～354 (1953)．

(2) 鋳方末彦：柿の重要寄生性病害に関する病理並に治病学的研究，127～168，東京，養賢堂 (1942)．

(3) 糸井節美：日植病報，**20**，38 (1955) (講演要旨)．

(4) 国枝鉱造，藤井良民：日植病報，**19**，167，(1955) (講演要旨)．

(5) 西田屹二：日林誌，**33**，390～393 (1951)．

(6) 永田利美：日植病報，**19**，65 (1954) (講演要旨)．

(7) RENNERFERT, E.: *Medd. Skogsförsökstanst*, **33**, 331～64 (1944) (*Chem. Abst.*, **39**, 2300[7], 1945)．

(8) RICH, S., HORSFALL, J. G.: *Phytopath.*, **42**, 473 (1952) (Abst.)．

(9) SCHAAL, L. G., JOHNSON, G.: *Phytopath.*, **45**, 626～628 (1955)．

(10) 下村徹，山口昭，瓜谷郁三，平井篤三：日植病報，**20**，47～53 (1955)．

(11) 田中正三：化学，**9**，818～821 (1954)．

(12) 谷利一：未発表．

(13) 豊田栄，土井養二，後藤和夫：日植病報，**18**，162 (1954) (講演要旨)．

Résumé

The present paper deals with the results of experiments on some physiological characters of *Gloeosporium kaki* in the synthetic medium containing phenolic compounds.

1. 11 phenolic compounds and vitamin K_3 were arranged as follows in order of their retarding effectiveness on mycelial growth of the pathogen; α-naphthol > vit. K_3 > pyrogallol, *p*-cresol > phenol, pyrocatechol > hydroquinone > resorcinol > salicylic acid > phloroglucinol > gallic acid. Gallic acid and phloroglucinol which have been thought to be component parts of shibuol retarded the growth slightly more than did other drags.

2. By the BAVENDAM's culture method laccase reaction of the causal fungus was positive. Substrates, such as resorcinol, hydroquinone, gallic acid, tannic acid and α-naphthol reacted positively showing oxidation zone in agar medium.

3. In medium containing ascorbic acid some phenolic compounds were detoxified. However, other phenolic compounds did not decrease their toxicity in spite of the presence of ascorbic acid. Where ascorbic acid exists, BAVENDAM's reaction disappeared in all media containing materials which were positive in BAVENDAM's reaction.

These facts suggest that fungitoxicity and enzymatic oxidation of phenolic compounds may be influenced by ascorbic acid which is contained in kaki fruit.

農林省農林漁業応用試験研究費補助金助成

オリーブアナアキゾウムシの防除に関する研究*

Ⅰ　被害実態調査
Ⅱ　一般形態並びに経過習性

松沢　寛，宮本裕三，岡本秀俊，川原幸夫**

（応用昆虫学研究室）

Studies on the control of the olive weevil. *Hylobius desbrochersi.*

Ⅰ. On the real state of the damage of the olive tree caused by the olive weevil.

Ⅱ. On the morphology, the life history, and the habits of the olive weevil.

Hiroshi MATSUZAWA, Yuzo MIYAMOTO, Hidetoshi OKAMOTO, Sachio KAWAHARA.

(Laboratory of Applied Entomology)

(Received January 16, 1957)

Ⅰ　被害実態調査

緒　　言

従来幾度か掛声高く奨励せられて来たオリーブ Olea europea L. 栽培事業は，一向に軌道に乗らないのみか，ややもすると却って折角開園されたオリーブ園も次第に原野と化する傾向が次第に濃厚となって行った．思うにこれが原因はオリーブ増殖技術上の諸種の困難性は勿論のこと，一方においては害虫による甚だ粗暴なる被害が次第に拡大して行ったことに存するようである．しかも尚現在，この害虫問題は依然として第Ⅰの障碍というも過言ではなく，従ってこの問題を解決しない限り，あらゆるオリーブ樹関係の計画は絶対に推進出来ないことが明らかになって来た．

Fig. 1. The olive weevit, *Hylobius desbrochersi*.

本邦で 7，8 種存するオリーブ樹害虫の中で最も暴威を逞しくするものは，以下に取扱うところのオリーブアナアキゾウムシ*** *Hylobius desbrochersi* （第1図）であるが，先づ本害虫によるオリーブ樹の被害が如何なるものであり，如何なる方針の元に緊急なる防除対策を講ずべきかについて本篇に論述したいと思う．尚本種の生態や実際の防除試験成績等については今後に予定せる報告において取扱うことにする．

〔Ⅰ〕被害の実態

本害虫が自然状態で如何なる棲息を示すものであるかというに，かって尾崎 (1950)(4) も記録した如く，山野においてはイボタノキ *Ligustrum ibota Sieb. var. angustifolium* BLUME. ネヅミモチ *L. japonicum* THUNB. 等を食害し，これに産卵寄生をなすもののごとく，稀ではあるが本虫の之等の植物を加害しつつあるのを見受けることがある．しかし乍ら本害虫は之等の植物よりも尚一層オリーブ樹に嗜好性を有するようで，オリーブ樹の本虫による被害のそもそもの原因は先づここにあるものと見て差支えあるまい．

---

* 香川大学農学部応用昆虫学研究室業績 No 29.　** 現在香川農試小豆分場勤務

*** 慣用ではオリーブゾウムシの名で呼ばれているが，和名としてはいささか意に沿わない．佐藤(1955)(7) 中条 (1956)(6) も最近本和名を使用した．

扨て，ここに新らしく開園されたオリーブ園があるとする．而してこれに本害虫が侵入して来たとする場合，果してどのような経路で被害樹が現われて来るであろうか？．勿論本害虫は以上の如き山林中から園内に現われてオリーブ樹にとりつく訳であるが，被害樹は概ね第2図に示した如き順序で現われかかる例は香川県下の他のオリーブ園でもしばしば見受けられた．すなわち通常山林に面した園の一側においてその中の1，2本のオリーブ樹に先づ取つき，それを足場として次々に隣接するオリーブ樹に被害を与えて行くという型通りのものということが出来よう．

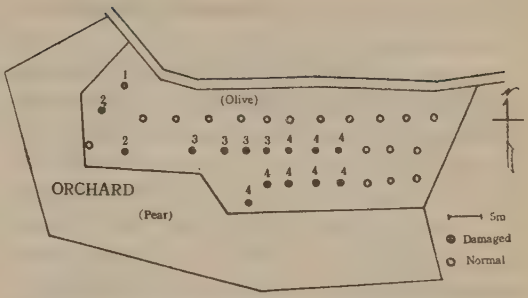


Fig. 2. Showing the advance of damage of the olive trees in the orchard at which the weevils outbreaking (Figure showing the order of damaged trees).

それでは次にオリーブ樹における被害はどのようであるかについて述べる．本害虫の加害部位は第3図に示した如くオリーブ樹の地際部であって，成虫は先づかかる部位に産卵をなし，孵化した幼虫はその部位の樹皮下（通常形成層の部分）を潜行食害をつづける訳である[4]．従って虫数多き場合には樹幹をとりまいて甚だしい加害をなすので，水養分の通路は全く遮断され，間もなくオリーブ樹は枯死する結果を招く訳である。オリーブ樹開園後尚間もない若い樹であれば材部にも喰入の範囲が拡がって来るので，本虫の被害は全く致命的である．しかしながら可成年数を経たオリーブ樹にあっては樹勢旺んで樹皮部も相当に厚く，本虫の喰入によって直ちに枯死することは殆んどないが，その代りオリーブの着花(果)歩合が次第に衰え，殆んど収穫皆無の状態に立至る．業者にとっては之亦致命的と云わねばならない．

Fig. 3. The state of damage of the olive tree caused by the weevil.

オリーブ樹幹内における本虫（幼虫）の棲息範囲は4，50年も経過したものでは地上部180cm内外の可成高い部分に迄無数に拡がつていることもあるが（場合によるとそのためにオリーブ樹の或枝のみが第4図の如く部分的に枯死して了うこともある），多くの場合地上30～40cm迄の範囲に潜むものとみて差支えない[4]．勿論地下部にも浅くはあるが潜入加害し，時に地下20cmにも及ぶ根部に喰入している場合も従来幾度か見受けることが出来た．

〔II〕 本邦に於けるオリーブの分布とオリーブアナアキゾウムシの分布

Fig. 4. The dead branch of the olive tree due to the injury of the olive weevil.

オリーブ樹の本邦に於ける来歴については野呂(1950)[3]の記述があるが，はじめて我国に輸入せられたのは文久2年(1862)であったという．はじめの間は試験的に数ケ所でその育成が試みられたようであるが，農商務省が出来てからは本邦西南暖地の諸県に於いてその育成が試験されたようである．初期には本邦では和歌山県のオリーブが最も成績もよく，世人の注目をひいたようであるが，後には香川県のオリーブが之に代り，現在尚全国的に有名な産地となっている．現在香川県に於ける栽培

面積は70町歩と目せられるが，最近新たに植付けられた面積を合すると100町歩に近いと考えられる．

昨年（1956）末迄に香川県小豆島から発送せられた苗木の配布先及び従来よりその栽培が行われた地方を合せ考えてオリーブの本邦に於ける分布図を作製してみると第5図の如く，可成広い範囲に及んでいることが分るが，今日迄に明かに本オリーブアナアキゾウムシの被害の現われている地方は図中に示した通りで，本虫の分布も相当に広いようである．従って本州，四国，九州の諸県でオリーブの栽培を行わんとするならば絶対に本虫の生態被害について予め充分認識しておく必要がある．同時に亦之が防除に関しても合理的方法を充分に考えて対処すべきだと考えられる．

Fig. 5. The distribution of the olive trees in South-Western Japan and that of the olive weevils.

〔Ⅲ〕 緊急防除対策

オリーブアナアキゾウムシは本邦特有の害虫のようで諸外国の文献には未だかってオリーブの害虫として本種が記録されたことはない．（諸外国ではオリーブの害虫として問題にされているものは主としてカイガラムシ類，ハムシ類，時にはメイガの類等のようである．）香川県小豆島には明治41年(1908) に始めてオリーブ樹が植栽せられたが，明治43年(1910) には既に本虫の被害が確認せられた（実際には明治42年にオリーブ樹に多少衰弱の徴がみられ，病害に基くものではないかと記録されているが(5)，これは或は本オリーブアナアキゾウムシによる被害の前兆であったようにも考えられる．）従って小豆島においてはそもそものオリーブ樹栽培の当初から本虫の被害が見られた訳で，爾後栽培面積が拡大するにつれて益々被害を逞しくするに至ったものらしい．しかし何故にこのようにこの地で本害虫が増加したかについては茲に改めて反省するの要がある．

此問題について従来の調査結果より判断するならば，この地でのオリーブ栽培は〝片手間に植付けて置けば知らない間に金になる〟といった式の充分管理の行われない放任主義の栽培法が今日迄とられて来たからだと考えざるを得ない(1)．言葉を変えれば〝人が本害虫をふえ放題に増やした〟ともいい得る．従って本虫の防除を含めてのオリーブ園の管理が少く共に一般の果樹園程に行届いていたならば之程迄には本虫が増えることはなかったものと考えられる．今小豆島における某園においての時間単位の捕獲虫数を示すと第1～3表の如く，部外者には全く驚異的な数字である．これをみても現在本害虫が如何に香川県小豆島において暴威を逞しくしているかが伺われる．そこでこのような実情にかんがみて緊急に樹立すべき対策としては先づ小豆島其他激発地における本害虫（特に成虫）の棲息密度を関係者が協力し合って早急に引下げることに目標をおいた策が講じられねばならない(1)その具体的方法としては本虫の特性にもとづいて早急且つ旺んな捕殺を試みること，有効なる接触殺虫剤を巧に利用して一斉に防除体制に入ることが考えられる．第4表の成績のように極めて原始的，非科学的方法のように考えられる捕殺も決して本害虫の場合軽視出

Tab. 1. The result of capturing weevils, at the No. 6. orchard (Adult). (Nishimura, Shozugun, Kagawa, 5/V, 1955)

Time elapsed for capturing (In min.)	Number of adults captured (Sum of total)	Notes
10	80	1. Plantation area: ½ Tan.
20	122	2. Age of tree: 50 years after the plantation.
30	157	
40	173	
50	203	
60	213	
70	225	
80	232	
90	236	

Tab. 2. Fluctuation of the number of adult weevils, at each month at the same orchard (No. 7). (Nishimura, Shozugun, Kagawa, 1955)

Date of census	Found out number of individuals per 30 min	Notes
20/Ⅲ	2	1. Plantation area: ½ Tan.
10/Ⅲ	27	2. The weevils were not captured at all for the purpose of this census.
5/Ⅴ	107	3. The census in October and Nobember did not tried as the control of weevils was started.
10/Ⅵ	89	4. Age of tree: 50 years after the plantation.
15/Ⅶ	115	
17/Ⅷ	94	
19/Ⅸ	141	

来ない仕事であるし，塩素系殺虫剤等の如く極めて使用簡便且つ有効な接触殺虫剤も存するので[2]，茲にいう緊急対策は決して実行困難なことでもないし，必ず奏功することを確信する[1]．(このことについては本研究の当初から度々各方面に注意を促し，又勧告もしてあり，すでに実行に移った段階であるので，その成果は茲3〜4年内に必ず何等かの形の事実となって現われて来るものと考えている)．尚要すれば現在廃園同様に荒れ果てたオリーブ園は此際思い切って処分し，古株を充分に処置しおくことも肝要と思われる[1][2]．これは放任しておくと必ず今後の発生源となるから充分注意を要することである．

Tab. 3. Number of larvae of the olive weevils, per young olive tree.
(Shimokasai, Kagawa, 23/XI, 1954)

Tree number	Number of larvae distributed
1	3
2	16+12=28*
3	7
4	12
5	4
6	6
7	2
8	5
9	3
10	2
11	2
12	5
13	2
14	4
15	13

(Orch. No. 11)

Notes : Age of trees=3 years after plantation.
*The tree was forked into 2 truncks at the surface of the ground.

Tab. 4. The effect of the capturing method of control against the adult weevils, at the No. 8 orchard.*
(Nishimura, Shōzugun, Kagawa, 1955)

Date of census	Found out number of individuals per 30 min.	Notes	
5/V	96	Before the control	1. Plantation area: ½ Tan 2. Age of tree: 50 years after the plantation
10/VI	124		
15/VII	109		
17/VIII	13△	After the control	
19/IX	6○		

△ 18 weevils were captured during 1 hour.
○ 8 weevils were captured during 1 hour.
* Only 14 weevils were captured in the next year, 1956, throughout 10 times censuses.

〔III〕 其他のオリーブ樹の害虫

尚最後にオリーブアナアキゾウムシ以外のオリーブ樹の害虫について若干従来の調査結果を述べる．勿論前にも述べたように本邦ではオリーブアナアキゾウムシの被害が最も甚大であって，他はこれに比すれば殆んど問題にならないけれ共，時に局所的に他の害虫も多発して可成被害を与えることもあるので注意を要する．

(1) スグリゾウムシ *Callirhopalus* (*Pseudocneorrhinus*) *bifasciatus*.

極めて小形なるゾウムシの一種で，温暖なる季節(主として春から初夏にかけて)に現われて新梢部を食害する．可成多数個体で加害するが，香川県本土で可成発生をみる．年1回の発生．

(2) ミノガ1種 *Cryptothelea sp.*

他の樹木から集団で移動して加害することがあるが，先づ大害はない．主として新梢部を加害．

(3) コウモリガ *Phassus excrescens*.

樹幹の主として形成層木質部に潜入加害することがあるが稀である．

(4) エビガラスズメ *Herse convolvuli*.

オリーブ園内又は附近に甘藷を栽培するとその害虫であるエビガラスズメがオリーブ樹にもつき，主として新梢部を食害する．大害を与える程ではない．

(5) マエアカスカシノメイガ *Margaronia nigropunctalis*.

小形のガであるが，その幼虫の新梢部加害は可成各地共目立つ．年2回の発生と思われ，春秋の候その吐出絹糸で葉を綴合せて食害する．注意を要する害虫の1つである．

(6) カタカイガラムシ1種 *Genus*?

香川県下では可成多く見受ける．目下のところその被害は殆んど見ないが，増殖し始めると大きな問題となる恐れが充分である．しかしこれには有効な寄生蜂 (*Anabrolepis bifasciata*) も存することが分った．

(7) カイガラムシ1種 *Genus*?

被害は軽微先づ問題はない．

摘　要

オリーブ樹に対するオリーブアナアキゾウムシの甚大なる加害の実情を昭和29年（1954）以来の各地方の踏査結果を元にして述べ，併せて驚くべき増殖を来し居る香川県下のオリーブアナアキゾウムシに対する緊急防除対策の主眼点について私見を述べた。緊急防除の重点はとり敢えず成虫に対して，特にその現在の棲息密度を早急に引下げることにおかれるべきことを強調した。尚本文中にオリーブゾウムシ以外の数種の害虫についても簡単に説明を加えた。

引用文献

(1) 松沢　寛：農業香川，8(3)，40—41(1956).

(2) 松沢　寛外3名：オリーブゾウムシの防除に関する研究〔I〕(昭和30年度農林省農林漁業応用試験研究報告書，謄写刷）(1956).

(3) 野呂癸己次郎：オリヴ栽培法（香川農大通俗出版第1号），P.68 (1950).

(4) 尾崎元扶：オリーブの作り方（普及版）香川県立農業試験場，P.29 (1950).

(5) 香川県立農業試験場小豆分場：同分場業務日誌 (1909, 1910).

(6) 中条道夫・森本桂：森林防疫ニュース 5 (10)，6〜8 (1956).

(7) 佐藤納：小豆島の自然（大阪市立自然科学博物館、自然研究シリーズI）19，(1955).

Résumé

The results of the observations made since 1954 on the damage of olive trees csused by olive weevils, *Hylobius desbrochersi* in Kagawa prefecture have been described in the present paper and some opinions have been set forth on the urgent measure of control of the weevils which have greatly increased in Kagawa prefecture. It has been advocated that stress must be put on the necessity of speedy reduction of the density of the adult population as an urgent measure of control of this species. For this purpose, application of effective insecticides, capturing adult insects or some other effective means must be taken immediately. Beside some notes on certain other injurious insects of the olive tree have been also given in the present paper.

II 一般形態（外部）並びに経過習性

緒　　言

前篇Iにおいてオリーブ樹におけるオリーブアナアキゾウムシ *Hylobius desbrochersi* の加害状況並びにオリーブ樹被害の実態について述べたが，一応本害虫の一般形態並びに経過習性について述べる必要があるので，従来の研究成績を元にして以下に若干論述し，防除上特に注意すべき要点を指摘したい．

〔I〕 一般外部形態

本害虫は前にも述べたように本邦固有の害虫であるが，本種の種名（学名）は LEWIS, G. の日本における採集品に基づいて新種として記載せられたものらしい[1]．本種の分類学的或は形態学的研究はこれ迄にすでに幾人かのこの方面の研究者によって行われて来た筈であるが，一応順序として茲にその概説を試みる．但し，本虫については最近また中条 (1956)[1] もその形態記載を行って居るので，それと多少の重複は免れないが，同氏の記述と吾々の研究と相違する点，記述を補足すべき点も存するので同氏の了解を得て以下簡単に述べる．

(1) 成　　虫

成虫は第6図の如く大略紡錘形，黒色を呈する．但し跗節，爪及び脛節先端部棘状突起は褐色乃至赤褐色を呈する．羽化後間もない個体にあってはしかし乍ら全体赤褐色を呈する．頭部は口吻をも含めて全体黒色やや光沢を有する．口吻は一般象鼻虫と同様先端部扁平となって巾広くなり，背面も他と同じく顕著な点刻を装う．前胸背長より少しく短く内方へ僅かに彎曲する．触角溝は口吻先端の両側はその始まりが明かであるが，それにつづく部分は吻の下方にまわっていて表面からは分りにくい．複眼，触角共に黒色，触角は第7図の如き形態をなし，特に光沢強し．両複眼間の巾は吻の巾よりもはるかに狭くなる．前胸背は中央前方に顕著な稜状隆起線を有し，又附近に粗大なる円形瘤状隆起を装う．之等の瘤状隆起は頂部が円く火口状に凹んでいるが，背面より側面にかけて次第に小となり，隆起間には褐色剛毛を散生する．脚は黒色第8図の如くで，前，中，後脚のそれぞれで大きさに余り大差はないが，多少中脚は他より小さい．全

Fig. 6. The adult of the olive weevil,

Fig. 7. The antenna of the adult weevil.

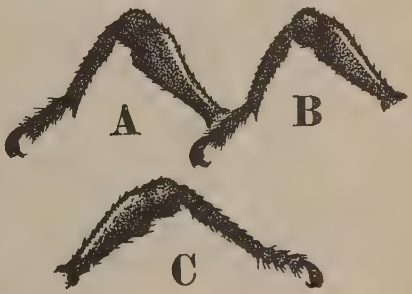


Fig. 8. The legs of the adult weevil.
A: Foreleg
B: Middle leg
C: Hind leg

Tab. 5. The size of the adult weevils. (1955)

	Sex	Parts of the body measured								
		*Scape length of antenna	Head width	Rostrum length	*Thorax length	*Thorax width	*Elytra length	*Elytra width	*Body length	*Femur length of hind leg
Min~Max (in mm)	♀	1.5~2.1	2.0~2.5	3.6~4.6	3.2~5.1	3.3~4.6	8.5~10.8	4.5~6.0	11.9~15.8	4.0~5.3
	♂	1.6~2.3	2.0~2.5	3.2~4.7	3.3~4.6	3.5~4.9	8.0~10.9	4.4~6.0	11.5~14.9	4.0~5.2
Sample mean (in mm)	♀	1.85	2.29	4.10	3.79	3.96	9.84	5.40	13.77	4.74
	♂	1.90	2.29	4.12	3.89	4.14	9.61	5.20	13.52	4.68
Confidence limit of population mean at 95% lebel (in mm)	♀	1.83~1.87	2.25~2.33	4.06~4.14	3.73~3.85	3.92~4.00	9.74~9.94	5.34~5.46	13.63~13.91	4.68~4.80
	♂	1.88~1.92	2.25~2.33	4.08~4.16	3.85~3.93	4.08~4.20	9.51~9.71	5.14~5.26	13.38~13.66	4.62~4.74
Variance (in mm)	♀	0.02	0.02	0.05	0.07	0.06	0.24	0.10	0.49	0.08
	♂	0.01	0.02	0.06	0.04	0.07	0.23	0.03	0.47	0.07
Coeff of variation (in %)	♀	7.57	6.11	5.37	7.12	6.06	4.98	5.93	5.03	6.12
	♂	5.26	6.11	5.83	5.14	6.28	4.50	5.38	5.10	5.56
Measured number	♀	100	66	100	100	100	100	100	100	100
	♂	100	62	100	100	100	100	100	100	100

*Significant at 95% lebel.

面に点刻を装い褐毛を散生する．翅鞘は極めて硬く，粗大な点刻を装うが，中央部から側面に至るにつれてやや細かくなり，又概して基部に近い部分及び末端部程細かくてその中間帯が特に粗大である．前後に縦走する翅鞘稜状隆起線は背面の3本が特に顕著となり，第3番目の隆起線は後方に延びて翅鞘後方傾斜部で顕著な突起を形成する．翅鞘肩部は僅かに隆起する．後翅は第9図の如く完全で，多少暗褐色を帯び膜質であるが，殆んど飛翔に使われることはない．翅鞘表面の褐色乃至灰褐色剛毛は基部に近い部分及び後方傾斜部にのみ分布し，その中間帯（後部傾斜部の直前部に当る）にはこれを欠き 従ってその部位には全体として巾広い黒色横帯を現わす．又翅鞘尖端は完全に接着することなく，僅かに開いている．成虫についての各部測定値は第5表の如くで雌雄間で稍体形を異にすることが分るが，特に顕著な性徴は認め難い．しかし腹部第1節中央の部分が雄では多少凹み，雌ではまた僅かに膨んだ形をなし，またそれにつづく腹部第2，第3節の巾の狭まり具合が雌雄でわづかに異なる．しかし多数個体を取扱ってみると，両者の中間型を呈する個体も可成多く存する．

成虫口吻尖端部の所謂口器は非常に頑丈で，大顎は第10図の如く3鈍歯を有し（但し歯は鋭利），硬い器物を噛るに適する．黒褐色にして その背面 には 2剛毛を有する．

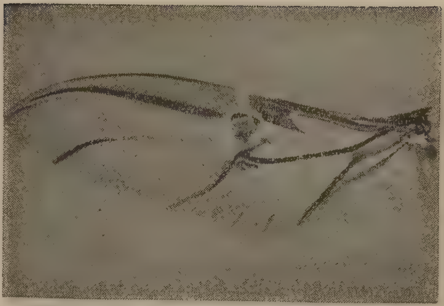


Fig. 9. The hind wing of the adult weevil.

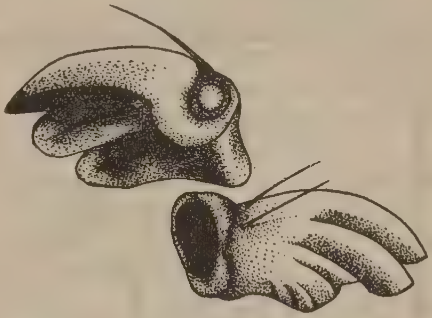


Fig. 10. The mandible of the adult weevil.

（2） 卵

産下直後の卵は乳白色であるが，後次第に黄味を帯び更に褐色となる．第11図の如く，大略球形又は楕円形を呈し，その大きさは第6表の如くである．

Fig. 11. The eggs of the olive weevil.

Tab. 6. The size of eggs of the olive weevil,

	Measured parts of the eggs	Number of eggs	Min～Max	Mean
Diameter	Long	50	46～52	49.5
	Short	50	32～34	33.2

Notes : The data were shown with the number of scales of the ocular micrometer. (1 unit=0.041mm).

（3） 幼　　虫

幼虫は第12図の如く皺襞多く乳白色を呈する．飼育の結果5令を経過するものの如く，各令の頭巾測定値は第7表及び第13図の如くである．老熟したものにあっては多少黄味を加えて来るが，その形態上の特徴を述ぶれば，頭部褐色，前胸背は淡褐色で第14図の如く頭頂より下方に向って淡色の巾広い帯状斑を装う．単眼は全く退化して只その部位に黒

Fig. 12. The larvae of the olive weevil.

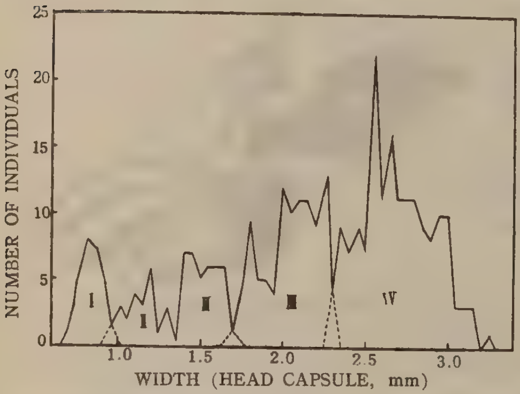


Fig. 13. The frequency curve of the head capsule width of the weevil in larval stage.
I, II, ……, V : Instar of larva.

Fig. 14. The head of the larva of weevil.

Tab. 7. Head capsule width of the larva of the olive weevil, (Wild samples). (1955)

Instar	Number of individuals measured	Min. ~Max.	Sample mean	Confidence limit of population mean at 95% lebel	Variance	Coeff. of variation
		mm	mm	mm	mm	%
I	23	0.71~0.96	0.80	0.76~0.84	0.01	12.50
II	24	0.96~1.36	1.14	1.10~1.18	0.01	8.77
III	33	1.36~1.71	1.55	1.45~1.65	0.03	18.06
IV	59	1.71~2.31	2.06	2.00~2.12	0.04	9.70
V	165	2.31~3.26	2.89	2.85~2.93	0.06	8.30

色色素斑を残すのみである．触角は微小にして只1節円錐形淡褐色を呈す．前胸背板は僅かにキチン化し，背面中央に浅い縦溝を形成する．中及び後胸背板は前背板，後背板，翼部，気門部，上側板の5部よりなり，腹板の構造は各節殆んど同様で前後腹板及び脚部に分れ，脚部には疣状の偽脚を具う．腹部は最終節を除く他は殆んど同様な構造を示し，腹部背板は前，中，後の3部分に分れている．気門は前胸に1対，腹部第1～第8環節に8対都合9対存する．気門輪紋は褐色を呈し長卵形をなす．幼虫体表の剛毛配置は概ね下記の如くである．

頭部：	前頭	5対
	頭蓋背面	5対
	〃 〃 側面	2対
	〃 〃 腹面	2対
	頭楯板	2対

胸部及び腹部：	前胸背板		11対
	中及後胸背板		
		前背板	1対
		後〃 〃	4対
		翼部	1対
		気門部	3対
		上側板	1対
	前胸側板		2対
	中〃 〃 〃		1対
	後〃 〃 〃		1対
	腹部背板(後背板)		5本

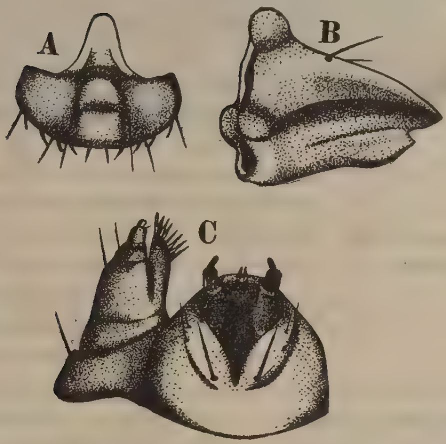


Fig. 15. The mouth parts of the larva of the olive weevil.
A : Lablum, B : Mandible, C : Maxillo-labial-hypopharyngeal complex.

幼虫の口器は概ね第15図の如くであるが，上唇には3対の剛毛を有する他，前縁部に多くの感覚突起を具える感覚孔は1対．大顎は黒褐色，略々三角錐の如き形状をなし，基部には顕著なる瘤状突起3を具う．背面に2剛毛を有し，2鈍歯を具えるが，鱗翅類のそれの如く歯は薄くない．小顎鬚は褐色にて2節，小顎瘤状も同色8本の感覚突起を具える．下唇鬚は褐色乃至黒褐色にてやはり2節よりなる．

下唇前基節及び同後基節にはそれぞれ3対の剛毛を配する．マラー (malar) には10対の剛毛が存在する．

(4)　蛹

蛹は第16図の如くで全体乳白色，その体長は1.3～1.5cm 平均1.4cmである．全体として一般象鼻虫の蛹形態と大差はなく，翅部は中脚及び後脚の間に斜に後下方に向って抑えつけらるる如く位置する．各部剛毛は突起上に生え，その配置は概ね次の如くである．但し腹部最終節には后方に向う稍大なる突起を有する．

要訂	頭部		5対(中3対は微小)
	口吻部		3対(間隔大)
	前胸背		8対
	中及後〃 〃		各2対
	腹部：	第1背板	3対
		第2〃 〃	4対
		第3～6〃 〃	6対
		第7〃 〃	3対

Fig. 16. The pupa of the olive weevil.

II　経過習性

本害虫の経過習性については尾崎(1950)[3]の簡単な記述があるが，調査の結果従来やや不分明であったいくつかの事

項が次第に明らかになった．これについてはすでに1部学会でも発表を行ったが，[2] 以下にまとめてその大要を述べることとする．

(1) 一般習性

成虫は3月下旬頃から出現し，11月上旬頃迄活動をつづけるが，日中はオリーブの樹幹地際部の凹所に潜入静止するか，オリーブの枝梢分岐部に第17図の如く懸垂し（些細な動揺でもすぐ落下する態勢）静止しているが，夕刻より出でて活動を開始する全く夜行性の昆虫である．

Fig. 17. The manner of resting of the adult weevil on a branch of the olive tree.

Fig. 18. The pennis of the adult weevil.

本種は前にも述べた如く完全な後翅を具えてはいるが，殆んど飛翔することなく，移動は専ら歩行のみによる．交尾，産卵摂食等の行動は全く夜間のみ行われる訳であるが，交尾時間は一般に非常に長いので翌日日中も尚続行されていることも少くない．成虫の食餌は勿論オリーブの場合は葉柄，新梢小枝等の皮層部等であるが，園内ではかかる成虫の食害が余り目立つことは先づない．成虫の交尾は非常に頻繁に行われ，雄は雌に相遇すれば直ちに交尾を試む．且つまた1回の交尾に要する時間は前述の如く一般に長い．雄成虫のペニスは第18図の如くキチン化した極めて硬い彎曲した形態を示し，一旦交尾すればめったに中絶されることはない．雌成虫は交尾が終了しても直ちに産卵を開始することは殆んどなく，相当長い産卵前期間を有するが，成績の1部を示せば第8表の如くである．

Tab. 8. The duration of the preoviposition period of the adult weevil, (1955)

Date of emergence	Date of copulation	Date of begining of oviposition	Duration (in days)		
			From emergence to copulation	From copulation to oviposition	From emergence to oviposition
1/Ⅶ	27/Ⅸ	18/Ⅹ	89	21	110
〃	29/Ⅶ	23/Ⅷ	28	25	53
4/Ⅷ	4/Ⅸ	15/Ⅹ	31	41	72
30/Ⅷ	23/Ⅸ	10/Ⅹ	24	17	41
6/Ⅸ	6/Ⅹ	—	30	—	—
〃	11/Ⅹ	—	35	—	—
17/Ⅸ	24/Ⅹ	—	37	—	—
〃	24/Ⅶ	30/Ⅷ	—	6	—

産卵部位は前篇でも触れたように通常はオリーブ樹の地際部（上っても通常地上40cm位迄）であるが，稀に地下部にも潜入産卵することがある．産卵に当ってはその部位の樹皮を口吻にて浅く穿孔し，その中に1ケ宛産込んでその上に自己の排泄物を以って蓋をする変った習性をもっているが，その様子は第19図に示した如くである．勿論雌成虫は一度に多数の卵を産下することなく，1日に1個又は2～3日に1個といった不規則な産卵をなす．しかし成虫の寿命はきわめて長く1年以上2年も生延びるので，雌成虫一生中の総産下卵数は可成な数に達する．

孵化した幼虫は始めしばらくの間は皮層内を浅く潜行食害をつづけるが，発育を重ねるにつれて次第に形成層をも食害するようになる．充分に生長を遂げたものは更に材部にも達し材部に浅く蛹化孔を作って蛹化するが，一定期間の後更にそれより成虫となる．幼虫加害中の被害樹はその被害部の孔から木屑が多くおし出されているので容易に本虫の被害を知ることが出来る．

しかし乍ら前にも述べた如く，通常1樹に相当多数のかかる幼虫が樹幹をとりまいて加害するので，恰も環状剝皮を

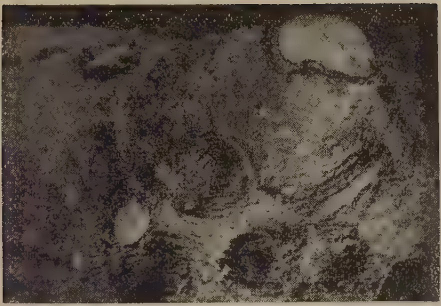
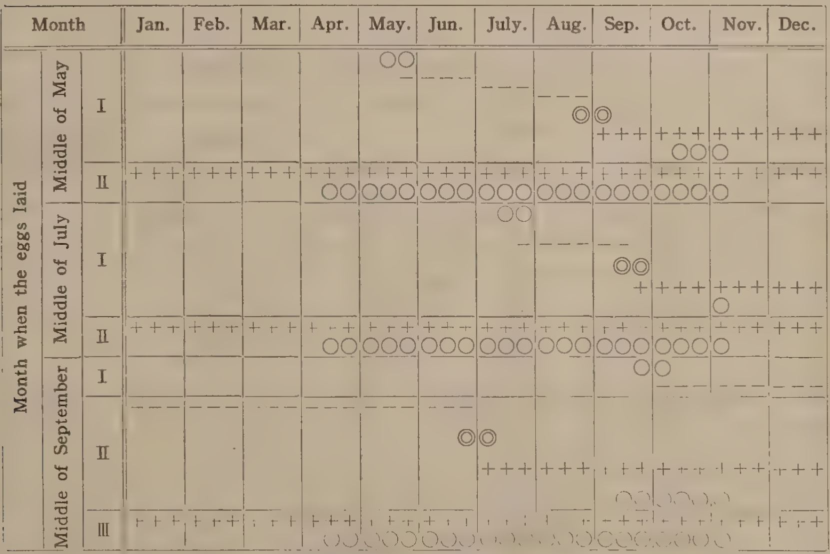


Fig. 19. The hole on the surface of trunck of the olive tree for oviposition made by the adult weevil. (The eggs to be laid in the holes, and to be covered with the excreta of the adult weevil).

施した如く，水養分を全く絶たれて枯死する場合か多いので充分注意の要がある.

(2) 発生経過

本虫の発生経過は全く複雑である．何故ならば本虫は非常に長期間に亘ってダラダラと産卵をつづけ他の昆虫の如く或時期に一斉に産卵が行われることはないからである．従って成虫の羽化時期も決して一斉ではない．今飼育試験を元にして本種の経過図を示せば第20図の如くであるが，その間には産卵時期の異なるに従っていろいろな移り行きがある．尚又従来行った飼育試験の成績を一括して示せば第9表～第18表の如くで，発育の概要は凡そそれ等によって知ることが出来る之等の実験の結果から本虫の発生経過は春早く産下せられた卵はその年の夏に，春遅く産下せられた卵は初秋の候に成虫となり，夏から秋にかけて産下せられた卵は2年にまたがって翌年の初夏の候に成虫となることが予想されるが，このことは全く疑いの余地はない.



○ Egg stage　　– Larval stage　　◎ Pupal stage　　+ Adult stage

I, II, III : The lst, the 2nd and the 3rd year.

Fig. 20. Seasonal history chart of the olive weevil. (1955～1957)

Tab. 9. The duration of developmental period of the olive weevil, (A). (1954)

Date of oviposition	Stage			Total
	Egg	Larva	Pupa	
15/V	20 Days	67 Days	12 Days	99 Days
29—30/VI	9～10	56	11	76～77
30/VI—1/VII	9	56	10	75
4/VII	10	53	12	75
〃	11	65	12	88
〃	9	43	11	63
〃	9～10	63	10	82～83
9—10/VII	10	58	9	77
〃	10	62	11	83
10/VII	13	- -	—	—
11/VII	10	51	11	72
13/VII	9	55	11	75
15/VII	9	58	13	80
16/VII	9	60	12	81
18—19/VII	8～9	59	10	77～78
〃	8	65	16	89
〃	9	62	17	88
19—20/VII	9	64	14	87
〃	9	57	11	77
〃	9～10	75	17	101～102
22—23/VII	9～10	293	15	317～318
21/IX	12	260	15	287
7/X	16	260	13	289

Tab. 10. The duration of developmental period of the olive weevil, (B). (1955)

Date of oviposition	Stage			Total	Duration from the emergence to the appearace
	Egg	Larva	Pupa		
?/V	? Days	70 Days	9 Days	— Days	6 Days
〃	?	103	9	—	7
〃	?	109	10	—	—
〃	?	117	10	—	8
10/V	18	91	6	115	—
14/V	16	112	7	135	—
〃	14	62	6	82	8
〃	15	94	11	120	8
20/V	6	102	7	115	—
24/V	14	74	8	96	6
25/V	4	114	11	129	4
24/V	13	75	9	97	8
23/V	13	95	9	117	13
〃	15	86	8	109	4
〃	13	86	10	109	3
〃	14	59	8	81	8
26/V	13	83	9	105	7
〃	12	104	13	120	6
〃	13	93	8～9	119－120	10
〃	14	114	16	144	—
?/V	?	112	10	—	5
27/V	12	93	?	—	10
?/V	?	124	12	—	—
23/V	9	85	7	101	9
1/VI	6	121	17	144	11
9/VI	8	92	15	115	13
?/VI	?	116	23	—	4
21/VI	9	87	16	112	15
15/VII	8	83	23	119	6

Tab. 11. The duration of the egg stage of the olive weevil, at each month. (1954, 1955)

Month	Observed number	Min. ～Max.	Sample mean ± mean error	Standard deviation	Coeff. of variation
		Days	Days	Days	%
V	20	14～19	16.35±0.27	1.22	7.46
VI	20	9～14	11.35±0.30	1.35	11.89
VII	30	8～13	9.73±0.21	1.15	11.82
VIII	17	8～14	10.94±0.36	1.48	13.53
IX	20	10～15	12.35±0.31	1.39	11.26
X	20	13～19	16.15±0.36	1.62	10.03

Month	Observed number	Min. ～Max.	Sample mean	Confidence limit of population mean at 95% lebel	Variance	Coeff. of variation
		Days	Days	Days	Days	%
V	43	9～15	12.44	12.05～12.83	1.65	10.29
VI	41	7～12	9.36	8.97～9.75	1.53	13.19
VII	80	6～10	7.25	7.00～7.50	1.30	15.72
VIII	57	6～11	7.42	7.04～7.80	1.99	19.01
IX	170	5～14	9.60	9.29～9.90	4.07	21.01
X	118	12～20	17.92	17.44～18.40	6.68	14.41

Tab. 12. The duration of the egg stage of the olive weevil, at different temperature. (1955)

Temperature	Observed number	Min. ～Max.	Sample mean	Confidence limit of population mean at 95% lebel	variance	Coeff. of Variation
		Days	Days	Days	Days	%
20°C	159	7～15	11.65	11.22～12.08	7.59	23.64
27°C	117	8～15	9.20	7.53～10.88	0.84	9.95
30°C	31	6～9	7.62	7.37～7.87	0.48	9.08

Tab. 13. The larval duration of the olive weevil, at each month. (1954, 1955)

Month	Observed number	Min. ～Max.	Sample mean ± mean error	Staudarb deviation	Coeff. of. variation
		Days	Days	Days	%
V～VI	16	57～77	67.69±1.18	4.73	6.99
VI～VII	16	45～69	56.75±1.33	5.30	9.34
VII～VIII	17	42～67	54.47±1.49	6.13	11.25
VIII～IX	5	260～293	274.2	—	—

Month	Observed number	Min. ～Max.	Sample mean	Confidence limit of population mean at 95% lebel	Variance	Coeff. of variation
		Days	Days	Days	Days	%
V～VI	11	62～117	99.55	86.88～112.22	347.13	18.63
VI～VII	16	56～134	90.00	76.87～103.13	592.32	27.19
VII～VIII*	19	43～65	58.63	55.41～61.95	46.32	11.55

* The calculations was based upon the results in 1954.

Tab. 14. The larval duration of the olive weevil, at 27°C and 20°C. (1955)

Temperature	Observed number	Min. ～Max.	Sample mean	Confidence limit of population mean at 95% lebel	Variance	Coeff. of variation
		Days	Days	Days	Days	%
27°C	109	39～77	53.45	51.86～55.03	69.93	15.05
20°C	73	115～196	148.51	144.02～153.00	368.59	12.92

Tab. 15. The pupal duration of the olive weevil, at each month. (1955)

Month	Observed number	Min.～Max.	Sample mean±mean error	Standard deviaton	Coeff. of variation
		Days	Days	Days	%
Ⅷ	12	9～13	10.92±0.30	1.04	9.52
Ⅸ	22	10～17	13.69±0.37	1.75	12.78

Month	Observed number	Min.～Max.	Sample mean	Confidence limit of population mean at 95% lebel	variance	Coeff. of variation
		Days	Days	Days	Days	%
Ⅶ～Ⅷ	18	6～12	9.33	8.49～10.17	2.86	18.11
Ⅸ～Ⅹ	20	7～17	11.70	9.48～13.56	15.89	33.93

Tab. 16. The pupal duration of the olive weevil, at 27°C and 20°C. (1955)

Temperature	Observed number	Min.～Max.	Sample mean	Confidence limit of population mean at 95% lebel	Variance	Coeff. of variation
27°C	83	7～15 Days	10.03 Days	9.74～10.33 Days	1.82 Days	13.40 %
20°C	71	13～16	14.00	13.99～14.18	0.63	5.64

Tab. 17. The duration from the emergence to the appearance of the olive weevil, (1955)

Month	Observed number	Min.～Max.	Sample mean±mean error	Standard deviation	Coeff. of variation
Ⅷ～Ⅸ	25	4～15 Days	9.08±0.52 Days	2.60 Days	52.00 %

Month	Observed number	Min～Max	Sample mean	Confidence limit of population mean at 95% lebel	variance	Coeff of variation
		Days	Days	Days	Days	%
Ⅷ～Ⅸ	26	3～13	7.26	6.87～7.65	7.24	36.91
Ⅹ～Ⅺ	15	4～15	10.00	8.12～11.88	11.06	33.20

Tab. 18. The duration from the emergence to the appearance of the olive weevil, at 27°C and 20°C. (1955)

Temperature	Observed number	Min.～Max.	Sample mean	Confidence limit of population mean at 95% lebel	Variance	Coeff. of variation
27°C	85	4～25 Days	7.99 Days	7.45～8.52 Days	6.10 Days	30.63 %
20°C	70	3～13	12.28	12.02～12.54	4.81	1.78

しかし乍ら，本虫が早春羽化してすぐ産卵をなし，その卵が孵化発育して年内に再び成虫となることが可能であるかどうかについては，本虫の越冬が大部分幼虫（又は成虫）であって，成虫は翌春すぐ産卵するとしても，幼虫は春直ちに蛹化するものでもなく，通常羽化は夏にかかり，しかも通常数ケ月にも亘る非常に長い産卵前期間を有していること等から考えて甚だ疑問に思う．恐らく年2回発生ということはあり得ないものと筆者等は推論する．尚本種成虫の越冬に関しては従来甚だ疑問視されていたのであるが，綿密な調査を行えば冬季でも可成多数の成虫を野外で発見することも出来，又野外ケージを用いて敷藁区，雑草区，オリーブ落葉区，裸地区の4試験区に雌雄計10頭宛を放飼して試験し

たところ，3月末迄に僅か1頭のみ死亡し他はすべて生存しつづけた．従って成虫越冬の可能性は最早問題ではない．更に吾々は別途に marking によって本虫の園内に於ける動きを調べているが，前年 mark された個体が極めて多数その翌春にも発見せられた．前に本虫は3月下旬頃から活動を開始することを述べたが，それ等の早春現われる成虫はすべて斯様に成虫のままで越冬した個体に外ならない．

以上本種の一般外部形態並びに経過習性について述べたが，本種が以上の如くきわめて不斉一な発生経過を辿り，且つ亦非常に長期間に亘つて生き延び産卵をつづけることは防除上真に面倒である．しかし成虫の産卵が常にオリーブ樹の地際部をねらって行われる習性は巧に利用して盛砂，盛土，薬剤使用等による産卵防止，成虫の薬剤による直接駆除等の目的を達することが出来る筈である．特にこの際 Banding の応用が可能であることは非常に有利であると思う．口器の形態等よりみて加害中の本種幼虫等に対して消化中毒剤等の応用等も考えられないではないが，何といっても樹皮下に在って薬剤の適用が困難である．しかし工夫のやり方によっては接触剤又は消化中毒剤等の適用がその幼虫に対しても或程度可能であろう．成虫に対しては塩素系の如き手軽な接触殺虫剤を応用することが有利であろう．但し応用の仕方には工夫が要るように思う．尚本種成虫はオリーブ樹の近くでは藁，莚，落葉等の下に潜入する習性がある．従って潜伏所誘殺という手段も場合によっては極めて有効なる方法と考えられる．

摘　　要

オリーブアナアキゾウムシの一般外部形態について述べた他，本種の習性並びに経過について調査研究の成績を元に論述した．(形態については第5～7表，第6～16図を参照)．

(1) 本種成虫は全く夜行性の昆虫で，摂食，交尾，産卵等すべて夜間行われる．昼間は地際部の凹みや小枝に静止している．

(2) 成虫は殆んど飛翔は行わず，移動は専ら歩行のみによる．

(3) 成虫の寿命は極めて長く，1年以上2年にも亘る．

(4) 成虫は数十日にも亘る産卵前期間をもつ．

(5) 産卵は1日1個又は2～3日に1個といった具合で，一度に多数産下することは余りない．

(6) 産卵は樹皮に円く孔を掘り，その中に1個づつ産込む．而してその上に自己の排泄物で蓋をなす．

(7) オリーブ樹に於ける産卵部位は地際部で，高くても地上30～40cm位迄のことが多い．しかし可成高い（1m以上）部位に産卵することもある．

(8) 孵化した幼虫は樹幹をとりまいて主として形成層の部分を潜行食害する．しかし若樹では直ぐ材部にも被害が及ぶ．

(9) 材部に蛹化孔を作って蛹化する．しかしそれから羽化した成虫は直ちには脱出して来ない．

(10) 幼虫は5令を経過するものと思われる．

(11) 発育の模様は第9—18表に示したが，結局春早く産下された卵はその年の夏に，春遅く産下された卵はその年の初秋の候に成虫となり，夏から秋にかけて産下せられた卵は2年にまたがって翌年の初夏の候に成虫となる．従って成虫の発生は全く不斉一である．

(12) 成虫は凹所や物蔭にかくれる習性がある．

(13) 成虫の出現期間は3月下旬から11月下旬迄である．

(14) 幼虫態で樹幹内に越年するものが大多数であるが，勿論成虫越年も可能である．

引 用 文 献

1 中条道夫・森本 桂：森林防疫ニュース 5(10), 6～8(1956).

2 松沢 寛 川原幸夫：昭和31年度応用動物学会日本応用昆虫学会合同大会講演要旨(1956).

3 尾崎元扶：オリーブの作り方(普及版)，香川県立農業試験場 P. 29(1950).

Résumé

The results of studies on the habits and life history of olive weevils, *Hylobius desbrochersi*, are described in the present paper. The morphological descriptions upon its general appearances are also made and its characters are shown in Tables 6-16 and Figs. 5-7.

1) The adults of this species are nocturnal in habit and their feeding, copulation and egg laying take place at night. They hide themselves in the crevices of the ground near the olive tree or stay on twigs during day time.

2) The adult weevils cannot fly at all and their dispersal takes place only by crawling.

3) The life of adult weevils is very long and they can live for more than a year, sometimes even as long as two years.

4) The preoviposition period of the adult females is also very long and it attains to about two or three months.

5) The adult females do not deposit a large number of eggs at a time, Usually they lay an egg or two every day, or an egg or two on every two or three days.

6) The adult females make a small round hole on the surface of the trunk and deposit an egg in each hole and cover the egg with their excreta.

7) The adult females lay eggs on the lower part of the olive trunk, usually near the ground surface up to 30-40 cm above the ground. Sometimes, the site of oviposition may reach 1 m or more above the ground.

8) The larvae mine in the bark of the trunk and eat into the cambium of the olive tree, although the mine may reach the outer part of wood in the case where young trees are attacked.

9) They excavate the pupation cell in the outer part of the wood of the olive trunk before pupation. The newly transformed adult does not come out of the pupation cell immediately.

10) The larva of this species of weevil seem to pass through five instars, althongh there still remain some doubts in regard to exact number of moults.

11) It seems that the eggs laid in the early spring develop to adults in summer, that the eggs laid in the late spring complete the development in the early autumn and also that the eggs laid in summer and in autumn develop to adults in the early summer of the next year. The results of the observations on their development are shown in Tables 9-18. Accordingly the appearances of adults in a year are very irregular.

12) The adult weevils usually hide themselves in the depressions in the trunk of the olive tree or under something on the ground.

13) The duration of activity of the adult extends for about eight months from the middle or the end of March to November.

14) The majority of larvae pass through the winter in its stage, although some adult weevils may hibernate in the bush near the olive orchard, otherwise under straw heaps or among withered grasses and weeds. (Neither the eggs nor the pupae of this species of weevils could be observed on the olive tree during the winter).

池 泥 の 研 究

IV 池泥の塩基飽和度，水溶性硫酸

玉置鷹彦，星川玄児

Studies on pond mud.

IV Degree of base saturation and amount of water soluble sulfates.

Takahiko TAMAKI and Genji HOSHIKAWA
(Laboratory of Soil and Manure)

(Received January 16, 1957)

I 緒 言

われわれは前報 (18) において調査した池泥の大部分は酸性反応がかなり強いので，客土材料として麦間にこれを客入するさいには，池泥による麦の酸性害をひき起さぬように注意する必要があること及び腐植含量と全置換性塩基量の関係 (14) より池泥は塩基に不飽和の状態にあることを推定した．これに関連し小林 (5) は中・四国地方の河川の水質について香川県下の全河川と愛媛県の一部の河川は硫酸含量が著しく多く，これは硫化物を含有する和泉砂岩の山地から流下する河川に硫酸根が多いためと考えているが，本研究の対照とした溜池中にもこれに関連するものが含まれている．又小林等 (6) は佐賀，福岡県下のクリークの泥土は風化されると強酸性になるものが多く，これを毎年多量水田に客入すると水稲が枯死するほど土壌は強酸性になることを認め，三好 (10) は川底吹上げ土壌を incubate した結果畑状態にすると pH は急激に低下し酸性化することを認めている．さらに池泥と類似の水成条件をもつ海岸の干拓地土壌に関して EDELMAN (1) はオランダの土壌についての紹介で海岸の海成沖積土干拓地中 cat clay (Katte Klei) と云われるもは FeS_2 に富みこれが排水乾燥によって遊離の硫酸を生じ強酸性を呈する土壌となるが，これが広く分布してこの地帯の土壌改良上重要な課題を提供していることを報じ，小林 (7) は茨城県下の湖沼干拓地には多量の硫化鉄を含むものがあって，干拓で酸化して硫酸となり甚しいものは全酸度 241～396，遊離硫酸 0.136～0.75 %であったことをのべ，更に氏 (8) は島根県波根湖干拓地の土壌についても同様の事実を認め，木村 (4) も琵琶湖干拓地土壌を分析し SO_4 量の含量比較的多いことを見出している．又 SUGAWARA 等 (12) は川，湖，海よりの泥土を分析して多量の硫酸塩，硫化物，遊離の硫黄を見出し，KOYAMA 等 (9) は油ケ淵湖の湖底土に多量の硫酸塩を含むことを述べている．韓国の干拓地に関して野瀬 (11) はその苗代土壌から硫酸還元菌とその随伴菌を分離し，これらの作用で干拓地の水稲苗が腐敗をおこすことを報じ，内山 (16) は特殊酸性型塩鹹水田土が朝鮮半島南端海岸沿いに分布し，湛水により生成した硫化物が落水後酸化作用で硫酸となりついには極端な強酸性土壌になることをのべている．又米田等 (20) は岡山県児島湾干拓地土壌について FeS_2 を含む試料を一度湛水放置後 incubate すると FeS_2 の酸化で土壌は強酸性となり，畑状態だけを継続する場合には FeS_2 は減少するが土壌の酸性化は著しくなく又強酸性化した試料を湛水すると依然強酸性を呈する場合があることを報告し，さらに岡山，徳島両県より採取した試料の分析結果より土壌の酸性化に対しては FeS_2 が主要な役割を演じていることを認めている (19)． このほか菅野 (3) はクリークの泥土につき 入沢等 (2) は波根湖干拓地土壌について同様の事実を認めているが，本研究対照の池泥に関してもこれらに関連性が深いと考えられるから本報においては既報の試料 (13) について塩基飽和度及び水溶性硫酸量を測定した．尚分析には細川隆雄君の協力を得たことを感謝する次第である．

II 実 験 方 法

（1） 塩基飽和度の測定

次にのべる水溶性硫酸定量用供試液を調製した後の残物を試料として吉田 (22) の提唱する Schollenberger 酢酸アンモン改良法に準じ陽イオン置換容量を測定し，浸出液より WILLIAMS 法 (17) により全置換性塩基量を定量しこれより塩基飽和度を求めた．なお予備実験の結果上記水溶性硫酸定量用供試液を調製した残物試料と無処理の試料の陽イオン置換容量及置換性塩基量を比較定量し乾土 100g 当り 0.1mg 当量程度の差異しかみられなかったので実験操作の簡易

化上，上記の方法に従った．

（2） 水溶性硫酸の定量

5g の風乾試料を Schollenberger 法のガラス円筒につめ約 240 ml の蒸溜水を滴下して試料を浸出し，この浸出液を 250ml 定容とした．このうち 100ml を供試して EDTA を用いる硫酸根の容量分析法 (15) に準じて水溶性硫酸を定量した．

Ⅲ 実 験 結 果

陽イオン置換容量，全置換性塩基量の測定結果ならびにこれらより得た塩基飽和度を第1表に掲げる．

第1表 池泥の陽イオン置換容量，全置換性塩基量及び塩基飽和度

試料 No	置換容量 me	全置換性塩基量 me	塩基飽和度	試料 No	置換容量 me	全置換性塩基量 me	塩基飽和度
109	21.60	5.28	24.44	457	25.10	6.91	27.52
111	26.42	5.76	20.68	458	23.56	10.46	44.27
116	13.04	9.92	76.17	460	35.12	1.94	5.52
120	17.13	8.98	52.42	462	28.38	2.71	9.54
130	23.16	2.40	53.42	508	18.73	2.95	62.35
136	18.92	3.83	20.24	509	26.63	3.66	18.52
146	13.93	10.42	74.80	534	26.63	6.38	23.95
154	21.91	4.46	20.36	568	25.91	7.32	28.25
162	18.85	6.54	34.69	569	19.98	2.79	13.96
163	24.52	3.25	13.25	570	19.82	4.63	23.36
164	23.48	2.67	11.37	571	22.64	8.96	39.57
319	17.68	6.53	37.03	603	15.61	2.68	17.16
337	12.91	2.46	19.05	617	19.93	3.73	18.71
338	15.43	3.98	25.79	623	21.84	4.37	20.01
339	19.87	7.28	36.63	626	15.66	1.92	12.25
410	22.73	3.49	15.35	654	28.53	6.74	23.62
419	28.78	5.51	19.14	656	25.64	6.48	25.27
453	17.87	1.47	8.22	657	22.36	6.32	28.26
455	25.98	4.23	16.28	714	17.14	1.64	9.56
456	14.72	3.82	25.95				

第1表より陽イオン置換容量は最高 28.78mg 当量，最低 12.91mg 当量，平均 21.49mg 当量で，全置換性塩基量は最高 12.40mg 当量，最低 1.47mg 当量，平均 5.25mg 当量で，これらより求めた塩基飽和度は最高 76.17%，最低 5.52%，平均 29.66%で供試池泥は一般に置換性塩基に乏しいものが多いことがわかる．

次に水溶性硫酸を定量した結果は第2表に示すごとくである．

第2表 池 泥 の 水 溶 性 硫 酸 量

試料 No	SO_4%	試料 No	SO_4%	試料 No	SO_4%	試料 No	SO_4%
109	0.134	164	0.538	458	0.095	617	0.132
111	0.078	337	0.427	460	0.227	623	0.146
116	0.033	338	0.043	462	0.496	626	0.516
120	0.037	339	0.038	508	0.459	654	0.235
130	0.549	410	0.218	509	0.336	656	0.057
136	0.197	419	0.063	534	0.036	714	0.456
146	0.032	453	0.564	569	0.254		
154	0.274	455	0.126	570	0.534		
157	0.378	456	0.066	571	0.287		
163	0.331	457	0.034	603	0.102		

第2表より水溶性硫酸量は最高 0.564 %，最低 0.032 %，平均0.237%の値を示した．

Ⅳ 考 察

上記第1表の結果から全置換性塩基量を 3.0mg 当量以下，3.1～5.0，5.1～10.0，10.1mg 当量以上の4区分にし，

第2表にかかげた水溶性硫酸量を0.05％以下，0.051～0.100，0.101～0.200，0.201～0.300，0.301～0.400，0.401～0.500，0.501％以上の7区分にして同一試料でこの区分に該当する点数を示せば第3表のごとくである.

第3表　池泥の全置換性塩基量と水溶性硫酸量

SO_4％ ＼ 全置換性塩基量 me	3.0＞	3.1—5.0	5.1—10.0	10.1＜
0.050＞	0	0	5	1
0.051—0.100	0	1	3	1
0.101—0.200	1	4	1	0
0.201—0.300	2	1	3	0
0.301—0.400	0	2	0	0
0.401—0.500	4	1	0	0
0.501＜	3	1	0	1

第3表より全置換性塩基量3.0mg 当量以下では70％までが0.4％以上の SO_4 を含むものに属し，3.1～5.0mg 当量の場合には80％が0.4％以下の SO_4 を含むものでありさらに全置換性塩基量の多い5.1～10.0mg 当量の場合は SO_4 は0.3％以下を示し，全置換性塩基量が少いほど水溶性硫酸を多く含む傾向がある.

次に塩基飽和度と水溶性硫酸量との関係を求めてみると第4表に示すごとくである.

第4表　池泥の塩基飽和度と水溶性硫酸量

SO_4％ ＼ 塩基飽和度％	10.0＞	10.1—20.0	20.1—30.0	30.1—50.0	50.1＜
0.050＞	0	0	2	1	3
0.051—0.100	0	0	3	2	0
0.101—0.200	0	4	2	0	0
0.201—0.300	1	1	3	1	0
0.301—0.400	0	2	0	0	0
0.401—0.500	2	1	1	0	1
0.501＜	1	2	1	0	1

第4表からみると第3表でのべたと同様に塩基飽和度の低い池泥は水溶性硫酸量が低い傾向がみうけられる.

尚既報の全酸度 [18] と本報の水溶性硫酸量との関係を示せば第5表のごとくである.

第5表　池泥の全酸度と水溶性硫酸量

SO_4％ ＼ 全酸度	10.1＞	10.1—20.0	20.1—30.0	30.1—40.0	40.1 50.0	50.1＜
0.050＞	1	2	0	0	0	1
0.051—0.100	0	1	0	2	0	1
0.101—0.200	0	1	4	1	0	0
0.201—0.300	0	1	0	2	2	1
0.301—0.400	0	0	2	0	0	0
0.401—0.500	0	0	3	2	0	0
0.501＜	0	0	0	0	4	1

第5表から全酸度10～20の池泥の水溶性硫酸量は0.3％以下であり，全酸度20～40になると SO_4 の％は0.1～0.5 でさらに酸度の高い40～50では0.5％以上の SO_4 を含む試料が4点あり全酸度と SO_4 間には密接な関係があることがわかる. したがって前報 [13] で認めたように池泥は酸性反応がかなり強いがその原因の一つとして水溶性硫酸をかなり多く含むことをあげることができる.

横井 [18] は琵琶湖湖底泥を客土材料として水田に客入する場合採取後ただちに施用せず，ある期間堆積して硫化物の酸化後施用することが好ましいことを認め，小林 [6] もクリークの泥土を水稲に利用するさい裏作には石灰の施用が必

要であると説いている．又 ZUUR[23] もオランダの海抜下の前記 cat clay に属する Zuiderzee の強酸性改良には30,000kg/ha の $CaCO_3$ の施用を要するとのべており，米田等[21] は児島湾干拓地内に分布する河川，クリークの河底泥土を圃場に客入利用するさい本泥土は畑状態に放置すると強酸性に転じ可溶性硫酸塩がいちじるしく増加するゆえ客土にあたっては充分風化させて硫化鉄を硫酸塩に変化させこれを降雨によって洗除した後利用する必要があるとのべているが，香川県において池泥を客入する場合は冬期池水の減少時採土してこれを池畔の堤塘に拡げて風乾したものを麦の畦間に運んで客入する習慣であるので麦に対する酸性害を防止する上から考えて客入予定圃場へはあらかじめ石灰殊に水に速やかに溶解して流失するおそれの少い炭カル等を施用するほか，酸性肥料の施用を避けて石灰窒素，トーマスりん肥，熔りん，焼りん，草木灰，珪カル等塩基類を含む肥料を出来るだけ用いることが好ましいと考える．尚以上の池泥に含まれる硫酸の由来に関しては今後考究を要することである．

V 摘　　要

前報につづき池泥の陽イオン置換容量，全置換性塩基量を定量しこれより塩基飽和度を求め，又水溶性硫酸量を定量し次の結果を得た．

1　試料39点の陽イオン置換容量は最高 28.78mg 当量，最低 12.91mg 当量，平均 21.49mg 当量で，全置換性塩基量は最高 12.40mg 当量，最低 1.47mg 当量，平均 5.25mg 当量でこれらより求めた塩基飽和度は最高 76.17％，最低 5.52％，平均 29.66％で吸収塩基に乏しいものが多いことすなわち塩基に不飽和の状態にあることを認めた．

2　水溶性硫酸量は最高 0.564％，最低 0.032％，平均 0.234％であり，一般に水溶性硫酸量の多い池泥は全置換性塩基少く，塩基飽和度も低い傾向がある．

3　水溶性硫酸量と既報の全酸度との間には密接な関係があり池泥の酸性反応がかなり強い原因の一つとして水溶性硫酸量を多く含むことをあげることができる．

VI 引 用 文 献

(1)　EDELMAN, C. H. : *Soil Sci.*, **74**, 15 (1952).

(2)　入沢周作，山根忠昭：日土肥学会講演要旨集，第2集，8 (1956).

(3)　菅野一郎：九州農業研究，No. **17**，16 (1956).

(4)　木村三良：土壌肥料，**22**，154 (1951).

(5)　小林　純：土壌肥料，**21**，46 (1951).

(6)　小林　嵩，桜井俊武，佐藤雄夫：九州農業研究，No. **13**，53 (1954).

(7)　小林　嵩：土壌肥料，**12**，305 (1938).

(8)　同　上：同　上，**22**，293 (1952).

(9)　KOYAMA, T., SUGAWARA, K. : *J. Earth Sci. Nagoya Univ.*, **1**, 24 (1953).

(10)　三好　洋：日土肥学会講演要旨集，第1集，3 (1955).

(11)　野瀬直毅：朝鮮総督府農試彙，**9**，219.

(12)　SUGAWARA, K., KOYAMA, T., KOZAWA, A. : *J. Earth Sci. Nagoya Univ.*, **1**, 17 (1953).

(13)　玉置鷹彦，星川玄児：本誌，**5**，181 (1953).

(14)　同　上：本誌，**6**，222 (1954).

(15)　上野景平，山口靖人：分析化学，**3**, 331 (1955).

(16)　内山修男：水田土壌形態論，105 (1949).

(17)　WRIGHT, C. H. : Soil Analysis, p. 218, London (1934).

(18)　横井　肇，柏木大安：滋賀農短大，第1部，No. **6**，49 (1954).

(19)　米田茂男，川田　登：土壌肥料，**25**，36 (1954).

(20)　米田茂男，池葉須未明：土壌肥料，**26**，109 (1955).

(21)　米田茂男，川田　登：同　上，**26**，168 (1955).

(22)　吉田　稔：岩手大農報，**1**，29 (1953).

(23)　ZUUR, A. I. : *Soil Sci.*, **74**, 75 (1952).

Résumé

Pursuing the former studies we have determined the degree of saturation and the amount of the water soluble sulfates of the pond mud with following results:

(1) The mg equivalents of the cation exchange capacity per 100g oven dried pond mud ranged from 12.91 to 28.78 and mean was 21.49 and those of the total exchangeable bases ranged from 1.47 to 12.40 and mean was 5.25. Percentage of the degree of saturation calculated from upper described data ranged from 5.52 to 76.17 and mean was 29.66.

(2) The amount of the water soluble sulfates ranged from 0.032% to 0.564% and mean was 0.234%.

讃岐の火山灰層について

斉藤　実，田上政敏※

On the Sanuki volcanic ash bed.

Minoru SAITO and Masatoshi TAGAMI (Laboratory of Agrogeology)

(Received December 26,1956)

まえがき

本報告は昭和31年4月京都における日本地質学会総会で講演*したものに，その後の調査結果をつけ加えたものである．従来讃岐地方に分布する火山性堆積層（熔岩を含む）は瀬戸内統(3) として一括され，時代も鮮新～更新世とされていた．しかし吾々はその後の調査により，これら一連の火山性堆積層を讃岐層群(2) と呼称し，その時代も中新－鮮新世と改めた．本報告でいう所の讃岐火山灰層とは，これら新第三紀火山噴出物中の凝灰岩を主とした火成砕屑岩層を総称する．

吾々は近年(昭和30年，31年度)文部省の科学研究費の援助のもとで，火山灰層の研究を続行してきたが，讃岐の火山灰層が関東火山灰層（関東ローム）と比較して極めて興味ある事実を知り得たので，かねて野外で調査した結果をまとめ，先輩諸氏の研究報告とも比較検討して読者の批判に供したいと思う．

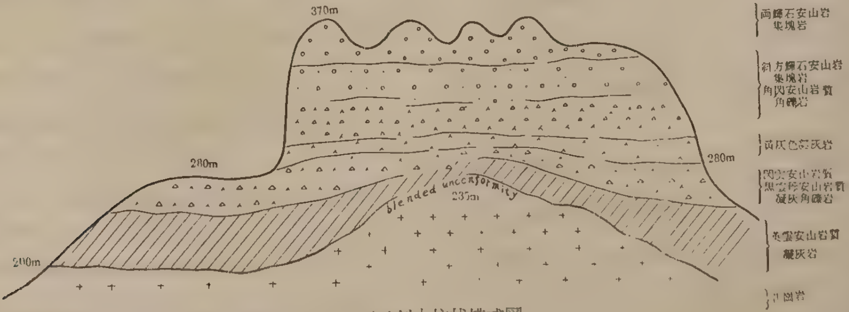
香川県下各地に分布する讃岐火山灰層を調査したが，ここではまずその代表地域として城山・国府台・高松・屋島・五剣山・津田北山・小豆島・豊島・象頭山・笠居村等をあげ，各地における火成砕屑岩層の層序を記することにする（第1図参照）．

第1図　インデックスマップ

1.　讃岐火山灰層の分布と層序

（a）　八栗五剣山（第2図参照）

八栗寺附近では基盤の領家式花崗岩を不整合に被覆して，白色酸性凝灰岩が讃岐火山灰層の基底部を占めて露出して



第2図　八栗五剣山柱状模式図

※ 香川大学学芸学部地質学教室
* 要旨は地質学雑誌62巻，730号に記載されている

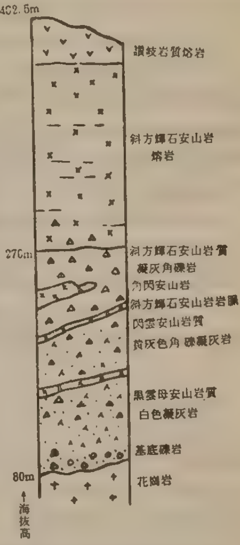
いる. 不整合の境界面は基盤の花崗岩が分解崩壊しやすい岩質であり又火山灰層は層状を示し水成堆積相のため blended unconformity を呈する.

この火山灰層は石英・黒雲母・柘榴石及び松脂岩様の小角礫を含み，含石英黒雲母安山岩マグマに由来すると思われる性状が顕著である. 八栗寺東方の崖下に，約10mの風化して黄灰色粘土状を呈するハリ質含石英黒雲母安山岩のflowがあり，基盤の細粒花崗岩との接触面は30～40度の傾斜をもち，その基底部は基盤岩の角礫を混じえて流動角礫状を呈する. この上に同岩質の成層せる凝灰岩がのり，上部は次第に凝灰角礫岩に移る. 火山角礫には斑晶質の黒雲母安山岩・閃雲安山岩・角閃安山岩が多い. 更にその上方（海抜 280m 以上）の五剣山塊を構成する凝灰角礫岩並に集塊岩は主として角閃安山岩と斜方輝石安山岩質であり，最上部 370m 附近は専ら両輝石安山岩角礫から構成されている. 以上の層序は大体上下170m（200～370m）の間隔において，下部から上部へ酸性→塩基性の傾向を示す.

(b)　城山（第3図参照）

海抜30m附近の領家式花崗岩は波状の侵蝕面を示し，讃岐火山灰層の基底礫岩に不整合におおわれる. 火山灰層は灰白色であるが，上部に至ると次第に黄灰色に変る. 黒雲母・柘榴石・及び松脂岩の細角礫を含有し，五剣山の火山灰に類似する. 海抜 200m 附近の黄灰色凝灰岩中には閃雲安山岩の角礫を混じ，270m 近くでは角閃安山岩及び斜方輝石安山岩の角礫岩が多く，又同様の岩脈に貫かれる. 角礫凝灰岩は所々に小熔岩流をはさみ，270m 以上では集塊熔岩の露出が著しくなる. これらの岩質は斜方輝石安山岩であるが，頂上附近に至るとサヌキ岩質安山岩が分布する.

前記五剣山の層序と比較し，上部の岩質は多少異なるが，下部の酸性から上部の塩基性へ向かうという火山岩の噴出は共通である.

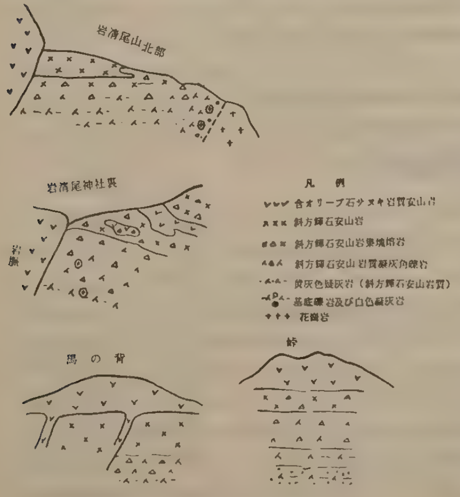


第3図　城 山 柱 状 図

(c)　高松附近（第4図参照）

高松市の岩清尾山や紫雲山に露出する讃岐火山灰層は分布区域せまく，局部的であるから充分にその層序を確めることは困難であるが，数カ所に現出する本層を総合比較検討すると，その大要を知ることができる.

岩清尾山北部では花崗岩の円礫を包含する讃岐火山灰基底岩層は領家式花崗片麻岩に断層を以て接するが，その上部は黄灰色のサヌキ岩質凝灰岩に移り変り，所により熔岩流をはさみ，又 welded tuff と思われる部分が認められる.



第4図　高松市附近柱状概略図

岩清尾神社裏には花崗岩角礫を含有する凝灰角礫岩が露出するが，上方は次第にサヌキ岩質の角礫岩から集塊熔岩に移化する. 下部は含オリーブ石サヌキ岩質安山岩の岩脈で切られて不明である. 栗林公園南側では基盤の花崗岩角礫片の散点著しい凝灰角礫岩が露出し，ここも前記同様上部はサヌキ岩質安山岩の集塊熔岩に移化するが，下部は不明である. 岩清尾山峠付近には灰白色の凝灰岩が殆んど水平に堆積し，その下に領家式花崗片麻岩を認めるが境界は不明である. 上部は次第に凝灰角礫岩に変移し，斜方輝石安山岩質からサヌキ岩質安山岩に変る. 馬の脊では黄灰色の凝灰岩はその上部に斜方輝石安山岩が被覆し，サヌキ岩質安山岩がこれらに貫入して，その上部で flow 状に拡がっている.

以上の事実から高松附近でも，灰白色火山灰は基底円礫を以て，領家式花崗岩上に不整合に堆積したが，基盤の花崗岩を破って噴出した火山抛出物は花崗岩の破片を伴って凝灰角礫岩を形成した. 次に斜方輝石安山岩の集塊岩から集塊熔岩に変り，最後に含オリーブ石サヌキ岩質安山岩を噴出して終

ったようである.

（d）　津田附近・火山及び雨滝山

基盤の花崗岩を不整合に被覆する最初の火山灰層は流紋岩質ないしは石英安山岩質であり，松脂岩の破片や colloform の柘榴石を含有する. 同時に流紋岩の lava flow があったようである. 雨滝山の含柘榴石閃雲安山岩との直接の関係はみられず不明であるが，前者より後期の噴出のように思われる. 凝灰岩中の柘榴石も黒雲母安山岩中の柘榴石と同様火山岩及び火山灰中の初成的組成鉱物成分であることは疑う余地がない.

火山（Hiyama）の層序は花崗岩を花崗岩の破片や黒雲母・石英・長石等の斑晶を含む青灰色の tuffaceous clay 状のものが不整合におおっているが，これは liparitic tuff の風化したものではないかと思う. この上に 20m 内外の白色凝灰岩がくる. これは含柘榴石黒雲母安山岩質凝灰岩である. この凝灰岩は更にサヌキ岩質安山岩及びオリーブ石玄武岩の熔岩でおおわれるが，後二者の直接の接触部はなく層序関係は不明である.

（e）　津田北山及び小田半島

宝蔵坊より北山に登る道路の切割（海抜150m）に露出がみられる. 領家式花崗岩を不整合におおい，下位より成層した凝灰角礫岩（火山角礫はハリ質英雲安山岩），更に黄灰色の凝灰質粗粒砂岩となり，上位になるにつれて角礫は斑晶質の黒雲母安山岩となる. 次に非常に厚い黒雲母安山岩質の白色凝灰岩と重なり，この凝灰岩中に斜方輝石安山岩質の集塊熔岩の大塊がレンズ状に介在し，この集塊熔岩の周囲の火山灰は緻密なガラス状質物になっている. 更に含輝石サヌキ岩質安山岩の順となっている.

次に小田半島附近では花崗片麻岩の侵蝕面上に含石英黒雲母安山岩の白色凝灰岩が直接しているが，基底部には雲母片岩・花崗岩の水蝕礫及び裂片，含柘榴石黒雲安山岩の角礫片，特に柘榴石の小裂片が著しい. 馬の鼻付近ではこの白色凝灰岩の上位に閃雲安山岩質の集塊岩が発達している.

以上この方面の order をまとめると，まずガラス質の含柘榴石英雲安山岩質の火山灰が噴出し，ついで斑晶質の黒雲母ないし閃雲安山岩，これと前後して斜方輝石安山岩質，更にサヌキ岩質安山岩の順となっている.

（f）　屋　　　島

屋島の層序は各斜面において異なり，複雑のようである. 北嶺の北端では領家式花崗岩の侵蝕面上に厚さ30～40mの基性凝灰角礫岩（オリーブ石玄武岩？）がのり，次にこの凝灰角礫岩を不整合に5～10m の花崗岩の cobble をもった花崗質砂岩，その上にサヌキ岩質安山岩と重なっている. 北嶺の西斜面（浦生に通ずる道路）では，花崗岩の侵蝕面上に花崗質砂岩・砂質凝灰岩・黒雲母安山岩質凝灰岩と重なり，次にサヌキ岩質安山岩熔岩となっている. 南嶺では花崗岩上に直接サヌキ岩質熔岩がのっている.

サヌキ岩質安山岩熔岩下位の層序は，大体以上のようであるが，この熔岩の上部には白色凝灰岩（雪の庭）と赤紫色の集塊岩（両者同層準）とがきている. この附近の基底を占める基性凝灰角礫岩は讃岐火山灰層の基底部をなす花崗質砂岩に不整合におおわれているので，別の group に入るのではないかと思う.

屋島では稍々酸性の黒雲母安山岩の活動がサヌキ岩質安山岩流出後にも行われたようである.

（g）　小　豆　島

小豆島では坂手付近に，領家式花崗岩を不整合に被覆して斜長流紋岩質凝灰岩の発達が著しい. 次に黒雲母安山岩及び角閃安山岩の噴出があり，その火山灰層の堆積をみる. その後に輝石安山岩の角礫集塊岩の噴出がみられたことは，寒霞渓附近の層序とも大体一致する.

（h）　総　　括

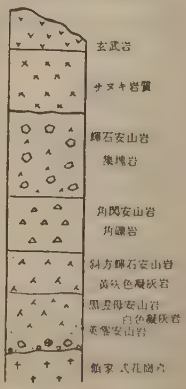
以上各地に分布する讃岐火山灰層の岩質・層序を比較総合して次のような結果が得られる（第5図参照）.

(1)　初期の火山灰は白色で，石英・黒雲母・角閃石・柘榴石並に酸性長石等の比較的酸性岩に特有の鉱物がみられる.

(2)　その後の火山灰は黄灰ないしは暗灰色で，上記の鉱物は減退し，一般に斜方輝石安山岩質火山灰の特徴を有する.

(3)　黒雲母並に角閃安山岩の角礫集塊岩は白色凝灰岩噴出後に出現したと思われる層序を呈するし，前者（黒雲母安山岩）が後者（角閃安山岩）よりも下位をしめるようである.

(4)　玄武岩の露出は主として瀬戸内火山噴出物の最後にみられる.



第5図　一般層序

(5) サヌカイトは瀬戸内火山噴出物の上部をしめて露出する.

(6) サヌキ岩質安山岩は角閃安山岩噴出後にみられるようである.

(7) 輝石安山岩は一般に少いが，露出するときは上部であり，両輝石安山岩はサヌキ岩質安山岩後に噴出したようである.

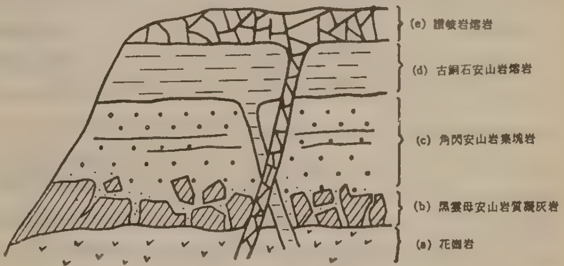
(8) 斜長流紋岩・石英安山岩・黒雲母安山岩等はすべて瀬戸内火山噴出物中初期であることを示すが，黒雲母安山岩は中期まで継続したようである.

(9) 斜方輝石安山岩並に斜方輝石安山岩質噴出物は中期に特に著しいが，凝灰岩中にはかなり初期のものにもみられる.

以上を要約すれば讃岐火山灰層は初期に酸性で後期に塩基性へ向かった．その中間は斜方輝石質の特徴が顕著であるが，一般には後期の噴出物までその特徴を有するようである.

II 久野氏による国府台の調査報告 (1) (第6図参照)

筆者らも国府台地域については久野氏と同様，南側西奥部落附近を調査し，又西登山道から白峰寺方面及び北側下笠居村附近の調査を行ったが，大体久野氏の報告と一致する層序を得たから，ここでは第三者の立場を代表するものとして同氏の資料を拝借することにした．地質学雑誌 (1) 654 頁で図示された国府台火山噴出物の層序断面図は極めて適切な代表模式図であるから説明文を略してこれを再録する．「なお此等岩層の中（b）凝灰岩及び（c）集塊岩の両者は種々な事実より考えて，それぞれ黒雲母安山岩及び角閃安山岩の熔岩噴出時期を代表しているものとみなし得る」この引用文は久野氏の原文であるが，筆者らもこの事実を白峰寺登山道路及び西奥部落道路における露出状態から確認した．そうしてこれは五剣山・城山の層序と一致するところがある.



第6図 国府台柱状模式図（久野氏による）

国府台では角閃安山岩質角礫集塊岩の上に直ちに古銅石安山岩熔岩が被覆するが，五剣山では両輝石安山岩質角礫集塊岩が来たり，この両輝石安山岩質角礫集塊岩は高松附近・小豆島・象頭山その他にもみられる所が少くない．またこの事実については広く丸亀・高松両図幅の地質調査をされた佐藤源郎氏(2) の報文にもあらわれている．故に吾々は久野氏の古銅石安山岩熔岩の噴出時期に或いはそれと前後して両輝石安山岩の噴出をみたものであろうと解釈する．いずれにしても角閃安山岩噴出後火山噴出は大分塩基性へ向かったものと云える.

久野氏はまた下部の黒雲母安山岩質白色凝灰岩中に柘榴石の斑晶を認められているが，これは讃岐火山灰層に普辺的な事実であるばかりでなく，黒雲母安山岩中にも認められ．また柘榴石赤色結晶と関連して赤色 colloform の微粒が，これら酸性火山岩並に凝灰岩中にしばしば散点するのも柘榴石質であることは疑う余地はない.

III 佐藤源郎氏の調査報告(3)

佐藤氏の高松・丸亀図幅によれば 現地を広く詳細に調査された結果，局部的な精査の差異はあるが全体として吾々の場合よりはるかに資料が豊富である．特に火山岩並にその噴出物相互の関係が徐々に漸移する多くの例を列挙されており且つ各火山岩について詳細に細分されていることは注目に値する.

同氏は瀬戸内火山岩を酸性の英雲安山岩から塩基性のオリーブ石玄武岩まで (21)*～(29) の 9 種，更にサヌキ岩質安山岩を (31)～(33) の 3 種に大別され，かつ相互に中間状の岩質をあげられた．そしてこれら火山岩類の相互関係について次のように述べている.

火山岩中（砕屑岩類も含めて）基盤岩上に直接坐し，他の火山岩類におおわれること最も多きは英雲安山岩 (21)・黒雲母安山岩 (22)・閃雲安山岩 (23) であり，これらの活動は諸火山岩中最古期に属すると，従って同氏も瀬戸内火山の活動が酸性岩から開始されたことは認められていたようである.

*佐藤氏の報文中における火山岩類の記載番号である.

吾々もこれら酸性火山岩類及びそれらの砕屑岩類が讃岐火山灰層の基底を占めて露出し，ことに柘榴石を含有すること，白色凝灰角礫岩が花崗岩の水蝕円礫を含有し，領家式花崗岩を不整合に被覆することなどを各地で認めており，同氏の結果と全く一致する．更に同氏は第1表のごとく讃岐火山灰層に関連する火成砕屑岩層については上部・下部に二大別し，なおこの間に漸移帯の中間層をおき，更に最上部層を区別し都合四帯に細分された．しかもこの四帯の火山噴出物層は下部から最上部まで酸性→塩基性の方向を示すことを明にされたのは注目すべきことである．以下佐藤氏の調査に筆者等の調査結果を附加しながら記載を進めて行くことにする．

第1表　凝灰岩の層序（佐藤氏による）

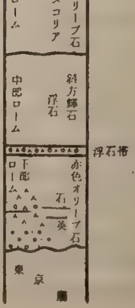
白色凝灰岩	最上部	斜方輝石 讃岐岩質安山岩
	上部	黝色集塊岩質 斜方輝石角閃安山岩
	中間	粗面安山岩費 凝灰角礫質
	下部	中礫質 松脂岩・英雲安山岩質 黒雲母安山岩質・柘榴石

サヌキ岩質オリーブ石玄武岩(33)は筆者らも女木島の鬼ケ島洞窟の頂上に露出を認めたが，同氏はこれが男木島の最上部に熔岩流として発達することを述べられ，小豆島皇踏山上にくる含輝石サヌキ岩質安山岩とは互に漸移するという．同氏の含オリーブ石輝石サヌキ岩質安山岩(32)は岩清尾山の大部分を構成するが前述したごとく高松地方では最後の噴出に属し，オリーブ石を含まない含輝石サヌキ岩質安山岩(31)と移化するようである．屋島・清願寺山・津田北山・小豆島皇踏山・豊島壇山・蛇山を形成する上述のサヌキ岩質安山岩熔岩の中に，時に斑晶として角閃石を含むことは，その下位に噴出した角閃安山岩との関連性を示すものであろう．久野氏も認められたように，オリーブ石玄武岩(29)の小岩脈は最後期の噴出のようである．オリーブ石両輝石安山岩は小豆島深山メサの最上頂部をしめ，その下の両輝石安山岩質集塊岩を被覆する熔岩流であり，なをこれら両者間にはオリーブ石や角閃石を含む両輝石安山岩のうすい熔岩をはさみ，漸移するというから既述したごとく角閃安山岩角礫集塊岩と輝石安山岩や玄武岩との間には一般に漸移帯の火山噴出のあったことを認める資料となるであろう．

両輝石安山岩質集塊岩(27)は筆者らは五剣山・屋島・高松・城山・象頭山等で中腹以上山頂近くに認めているが，佐藤氏は小豆島の碁石山・壇山・大麻山の山峯を形成することを述べられた．この集塊岩には角閃石を含有するものもあるから，層序からみて，下部の角閃安山岩と上部の斜方輝石安山岩及び両輝石安山岩との中間移化の噴出を示すようである．含角閃石両輝石安山岩(25)は高松市古高松及び前田．大川郡長尾町造田等に小山塊の露出だけみられるが，その集塊岩(27)は小豆島に広く分布し，佐藤氏によれば北隣の西大寺図幅内にその熔岩流の発達が広く展開するという．角閃安山岩質疑灰集塊岩(23)は筆者らと同様佐藤氏も五剣山及びその北方の小山丘に認められたほか，小豆島の大麻山では両輝石安山岩質集塊岩の下部に，この角閃安山岩塊片を含み角閃安山岩集塊岩に近いものがあるというから，この層序は五剣山と全く同じ関係にあるといえる．

以上久野・佐藤両氏の報文を参照して，吾々は讃岐火山灰層は初期の酸性から後期の噴出は次第に中性又は塩基性へ向かったと考え，特に火山岩・角礫集塊岩等を考慮に入れれば，瀬戸内火山は最初酸性であったが後中性から最後には塩基性で終ったということができる．なをその特徴として下部の酸性岩は流紋岩よりも含石英黒雲母安山岩質のものであり，中間の中性岩は斜方輝石質であって，これは火山灰にも著しく特徴が現われている．上部は火山灰を殆どみないでサヌカイト又は玄武岩である．なお下部の酸性岩及び火山灰中に柘榴石を含有することも一つの特徴であるといえよう．

第2表　東京附近のローム層層序



IV　関東火山灰層（関東ローム）との比較検討（第2表参照）

火山灰層の研究対象として，これまで筆者らは関東ロームを調査研究して来たが，(4) 今これら両者を比較検討してみると，その異同の点に興味あるところが少くない．これは火山地質学上何らかの問題を提供するのではあるまいか．以下これらについて四項目に分けて述べてみたいと思う．

（A）　いずれも酸性から塩基性へ向かった一連の噴出を示すことである．関東ロームの下部層（浮石帯以下）には石英・黒雲母・角閃石・酸性長石・鉄質オリーブ石（赤色オ

リーブ石）等を含み，酸性火山岩特有の造岩鉱物が多い．この中石英・黒雲母・角閃石は二次的に pre-loam 層に由来するようであるが，bipyramid の石英結晶では明らかに堆積当時の火山噴出物とみられるものや，それに伴う酸性長石及び鉄質オリーブ石は塩基性とみられる上部ロームに比較して，はるかに酸性火山灰の特徴である．上部ロームには赤色オリーブ石はみられないで普通の黄緑色オリーブ石が多くなり，scoria・塩基性長石・輝石を増加する．その間の中部ロームは上下ロームの漸移帯の構成鉱物からなる中間層である．

特に興味あるのは讃岐火山灰層に赤色柘榴石を含有するのに対して，関東火山灰層の下部に赤色オリーブ石を含有することである．この二種の鉱物は相互に成因的関連性があるものと思う．S. J. Shand は鉄質ガーネットと鉄オリーブ石(fayalite) は酸性岩の特有鉱物として認めているが，赤いオリーブ石は鉄質オリーブ石に属するからそれに近い成因を有するものであろう．

（B）　関東火山灰層の中間層（浮石帯以上，黄緑色オリーブ石含有ローム層以下）は紫蘇輝石の多いことによって特徴づけられる．これは讃岐火山灰層並に火山岩に斜方輝石（古銅輝石）の多いことと著しい近似性である．関東火山灰はこの点一般に紫蘇輝石質火山灰ともよばるべきだが，瀬戸内火山岩では斜方輝石の斑晶・石基の多い点から火山灰にもその特徴があらわれている．又両火山灰層共にその基底には概ね基底礫岩があって不整合に基盤岩層を被覆する．勿論場合によっては両者共不整合の基底は単に火山灰から成ることも少くない．

（C）　両者の異なる点として，讃岐火山灰層が大体白色酸性であるのに対し，関東火山灰層は黄褐色塩基性であるが，下部層即ち浮石帯以下は上部に比し中性であり，最下部に幾分酸性といってもよい程度の灰白色の部分と褐色の部分がある．この部分が赤褐色を呈するのは多くの場合酸化鉄のためであるが，赤色オリーブ石によることも少くない．

（D）　讃岐火山灰層が新第三紀の噴出であって，最近は中新世になるのではないかと云われるのに関東火山灰層は更新世末期に属する．

V　讃岐火山灰層及び関東火山灰層の異同とその層序の解釈

以上列記した事実を地質学・岩石学・火山学等に関連してどのように解釈するか述べてみたいと思う．

（A）　火山噴出が酸性から塩基性へ向って進展したこと．今日まで火山岩の原岩漿は玄武岩質であって，その分化現象は Bowen 等の反応原理によって塩基性から次第に酸性へ向うということが事実として認められている．しかしながら両火山灰層が前述のごとく酸性から塩基性へと向っていることは，分化作用の進行とは逆の順序に噴出が行なわれていることになり，何か地質学的原因が存在するものとみなければならないだろう．

（B）　讃岐火山灰層も関東火山灰層も共に酸性から塩基性へ向かって噴出したという点は一致するが，その程度は多少異なり，厳密に言えば関東火山灰層の初期噴出物は酸性というよりも中性的な成分かも知れない．その点讃岐火山灰層の方が遙かに酸性であるが，この報文では中性から塩基性へ向って噴出したものも一連の酸性→塩基性への噴出という例としてみたい．

以上主要な共通点の外に，両火山灰層の他の共通点として，基底礫岩を以て不整合に基盤岩を被覆することがある．その間隙で関東火山灰層は東京層ないしは三浦層を被覆するから，讃岐火山灰層が領家式花崗岩をおおうのとはかなりの差がある．前者の噴出起点は一般に古富士火山に求められるが，これは当然富士箱根火山活動の延長であるから富士火山帯と関連し，その初まりは fossa-magna の生成に基くとしても，起源史は古期 neogene にすぎないが，後者は領家式花崗岩以後石英斑岩等の岩脈を認めても paleogene よりも cretaceous 以前にさかのぼるものと思われる．この両層不整合間隙の長短に基いて，岩質の差異を生じた一因が求められるものと思われる．median line の内側に沿って噴出した讃岐火山灰は，原岩漿は少くとも cretaceous から neogene までの地下混成の結果あのような酸性火山岩となったものであるのに対し，関東火山灰は fossa-magna の箱根富士火山活動後短い間隙をおいて洪積期最後の活動として噴出したものであるから，原岩漿である basaltic magma が充分混成作用を経る機会がなかったものであろう．しかし短期間とは云え不整合のため最初の火山灰は中性ないし酸性化したものである．

（C）　以上の仮定を証するものとして，讃岐火山灰中の柘榴石及び関東火山灰中の赤色オリーブ石があげられる．赤いオリーブ石はもし岩漿が酸性であれば fayalite であった筈であるが，Mg の少い酸性岩漿中の Fe は鉄質オリーブ石を晶出したものと思われる．讃岐火山灰ではこれが鉄質柘榴石となっていることは，領家花崗岩のアルミナと反応し，$MgO \cdot FeO + SiO_2 + Al_2O_3$の化合から柘榴石となって現われたものであろう．その後中期の岩漿はいずれも混成度低く，原岩漿の成分がより多く存在するため $(Mg \cdot Fe)\ SiO_3$ の斜方輝石を晶出するに至った．しかし最後の活動では本源岩漿は混成する余裕が極めて少く，いずれもオリーブ石玄武岩質の状態で噴出したものであろう．

む す び

讃岐火山灰層と関東火山灰層とはひとしく最初に酸性岩として噴出したが，後に次第に中性から塩基性へ向かった．それぞれの特徴として讃岐火山灰層の下部は石英・酸性長石・黒雲母・柘榴石等を含有する流紋岩状の含石英黒雲母安山岩及びその砕屑物であるが，関東火山灰には両錐石英や赤いオリーブ石である鉄質オリーブ石がみられる．しかるにいずれも中部の中間層では紫蘇輝石及び古銅輝石が多く，上部は両者共オリーブ石を有する塩基性噴出物となり全く共通している．

最初噴出した酸性火山灰は讃岐の方がやや強く，関東ロームはそれよりも酸性度が劣るようである．これはその含有鉱物である赤いオリーブ石（鉄質オリーブ石）と柘榴石の差異に求められるであろう．SHAND は鉄質ザクロ石と鉄オリーブ石は酸性火山岩の特有鉱物と称しているが，赤いオリーブ石は鉄オリーブ石というわけにはいかないが，鉄質であることは確実である．

恐らく讃岐火山灰は median line の内側に分布する領家式花崗岩を通って噴出したが，関東火山灰は fossa-magna の富士火山帯に噴出したから，それぞれ特有の異同性を示すものであろう．結局原岩漿の噴出前の contamination に差異があったから，両火山灰に異同を生じたものと思う．

引 用 文 献

(1) 久野 久：地質学雑誌，**62**，653～655 (1935).

(2) 斉藤 実：香川農大学術報告，**5**，32～37 (1954).

(3) 佐藤源郎：高松及丸亀図幅並同説明書，東京，地質調査所 (1932).

(4) 田上政敏：香川大学研究報告，**2**，144～165 (1954).

Résumé

The so-called Setouchi pyroclastic formation including Sanuki volcanic ash bed, unconformably with basal conglomerate overlaid Ryōke metamorphic granite, consists of acidic tuff at its lower part containing quartz, biotite and garnet. But middle part of the tuff gradually changes into intermediate one with hornblende and pyroxene, while upper group tends to become more basic sanukitic andesite, sanukite and olivine basalt.

This tendency of volcanic eruption—acidic to basic—is characteristic phenomenon constrasting to the BOWEN's reaction principle—basic to acidic—which is generally accepted.

On the previous study of the Kantō volcanic ash bed, Kantō loam by old usage, also same order of succession is shown, that is acidic to basic direction, though two formation do not completely correspond.

We should like to be concluded that the difference of two formations and their identifications—Sanuki and Kantō volcanic ash beds—to be as follows; the former contains reddish ferruginous garnet instead of reddish ferruginous olivine of the latter.

Ferruginous garnet and fayalite are characteristic minerals of acidic volcanic rocks as Mr. SHAND proposed, though reddish olivine at the lower part of the Kantō loam is ferruginous. The Sanuki acidic volcanic ash, prevailed at the lower horizon of the Setouchi group (Sanuki group), probably more distinctly contaminated with circum—neighbouring rocks under the crust than the Kantō volcanic ash with during the stage of magmatic differentiation, because the former erupted through the Ryōke metamorphic complex of inner side along the Median tectonic line, while the latter distributed in the Fuji-Hakone volcanic zone of the Fossa-magna.

Each chemical compositions of two minerals—olivine and garnet—will explain their meaning of origin respectively.

$(Mg<Fe)_2\ SiO_4$ .... ferruginous olivine $(Mg<Fe)_2\ SiO_4+Al$ .... ferruginous garnet.

Hypersthene bearing volcanic ash at the intermediate middle bed of the Kantō loam and bronzite bearing volcanic ash and andesite of the intermediate middle horizon of the Setouchi group show almost similar composition $(Mg \leqq Fe)\ SiO_3$ of magma by likely closed moderate contamination, whereas, magnesian olivine $(Mg>Fe)\ SiO_4$ from the upper loam and olivine basalt of the Setouchi group might be directly derived from the same original basic magma.

STUDOJ PRI LA KARBOHIDRATOJ DE LA SEMO DE *VICIA FABA*

IV Eltrovo de ribozo en hidrolizato de hemicelulozo de faboj

Sin'itirô KAWAMURA, Teiiti NARASAKI, Ryôzo KUSUHARA, kaj Takakatu SATÔ
(Laboratorio de Biologia Kemio)
(Ricevita la 28-an de decembro, 1956)

ENKONDUKO

La faboj[7] entenas ĉ. 50 %-ojn da karbohidratoj. Laŭ la analizo de KAWAMURA k. a.[13] matura kaj seka senŝeligita fabo (kun 13.93% da akvo) entenis 1.42 %-ojn da kruda fibro kaj 50.11 %-ojn da karbohidratoj laŭ diferenco (t. e. sennitrogena ekstrakto, *nitrogen free extract*). Faboj entenis ĉ. 1 %-on da reduktaj sukeroj (glukozo kaj fruktozo) kaj ĉ. 4 %-ojn da oligosakaridoj (sakarozo, rafinozo, kaj stakiozo)[9,17]. Kiel polisakarido la ĉefa komponaĵo estas amelo[15,16].

Krom amelo troviĝas ankaŭ hemicelulozoj en la fabo. KAWAMURA kaj NAKAMURA[12] apartigis krudan holocelulozon, kiu estas la restaĵo post ekstrakto de sukeroj, amelo, kaj proteinoj. Jam raportitaj analizoj estas redonitaj en Tabelo I.

Tabelo I. Analizoj de fabo kaj ĝia kruda holocelulozo

	Akvo	Kruda proteino	Kruda graso	Sennitrogena ekstrakto	Kruda fibro	Cindro
Fabo senŝeligita[13]	13.93	30.00	1.21	50.11	1.42	3.33
Kruda holocelulozo[12]	3.46	8.90	0	62.75	22.61	2.28

Tiu kruda holocelulozo entenis 40.50%-ojn da hemicelulozoj. Kiam ili estis apartigitaj laŭ la metodo de BUSTON[1], troviĝis nur postsigno da hemicelulozo B (precipitebla per aldono de acetono al la filtrato post precipitado de hemicelulozo A per acido) kaj la proporcio inter hemicelulozo A kaj hemicelulozo C (precipitebla per aldono de etanolo al la filtrato post precipitado de hemicelulozo B) estis ĉ. 1:4. Hidrolizato de la kruda holocelulozo montris la ekziston de glukozo, arabinozo, kaj ksilozo per paperkromatografo. Pri galaktozo detala eksperimento ne povis identigi ĝin en la hidrolizato.

La nomenklaturo de hemicelulozoj estas iom komplika[8]. Tamen plej ofte uzata[24] eble estas ne tiu de BUSTON sed tiu de O'DWYER[19], laŭ kiu hemicelulozo A estas same kiel ĉe BUSTON la hemicelulozo precipitebla per aldono de acido al la alkalia solvaĵo de hemicelulozoj, kaj hemicelulozo B estas tiu precipitebla per aldono de kiu ajn solvanto (etanolo kaj acetono plej multe uzataj) al la filtrato post precipitado de hemicelulozo A.

En ĉi tiu papero la nomenklaturo de O'DWYER estas uzata en la formo de pliposta propono de PREECE[21], laŭ kiu hemicelulozo B povas esti dividita en du partoj B_1 kaj B_2. Hemicelulozo B_1 estas tiu parto de hemicelulozo B kiu formas kuprokomplekson.

KAWAMURA trovis, ke faboj entenas hemicelulozon B_1 kaj KAWAMURA kaj NARASAKI plu trovis, ke la hidrolizato de hemicelulozo B_1 konsistas el glukozo, galaktozo, ksilozo, kaj ribozo. La trovo de ribozo en la hidrolizato de hemicelulozo estas tute nova. Ĝis nun neniu trovis tian hemicelulozon.

La aŭtoroj raportas ĉi tie detale pri la eksperimentoj koncernantaj la hemicelulozojn de la fabo. La rezultoj estas iom konfliktaj unu la alian. Tamen la aŭtoroj volas skribi ilin unue kronologie laŭ eksperi-

mentoj de KAWAMURA kaj KUSUHARA (1954-55)[18], KAWAMURA (1955), KAWAMURA kaj SATÔ (1955-56)[23], kaj NARASAKI (1956), kaj poste diskutos kune.

EKSPERIMENTOJ

1. Apartigado de hemicelulozo B[18].

Provaĵo. Aerseka fabo (rikolto de 1954), formo "Sanuki-nagasaya", aĉetita ĉe vendejo de semoj, estis senŝeligita kaj pulvorigita. Senŝela pulvoro kiu pasis kribrilon de 40 meŝoj/colo estis la provaĵo de ĉi tiu eksperimento.

Preparado de kruda holocelulozo. Al ĉ. 2 kg da senŝeligita pulvorigita fabo 10 L (litroj) da akvo estis aldonitaj por forigi akvosolveblajn substancojn kaj malpuraĵojn. Tiu ekstrakto ripetiĝis tri fojojn. Due la restaĵo estis ekstraktita per ĉ. 6 L da 0.2 %-a NaOH (natria hidroksido) por forigi solveblajn proteinojn. Tiu ekstraktado estis ripetita unu fojon ĉiutage dum ĉ. unu monato. Komence la klara solvaĵo super la restaĵo estis forigita kaj la sekvanta alkalio estis aldonita. Post kelkaj tagoj ĉe la interŝanĝo de alkalia solvaĵo la restaĵo estis premita per kotonsako. Ĉiun fojon ĉe la interŝanĝo de la alkalio la biuretreakcio estis provita por vidi la ekziston de proteino en la nova ekstraktaĵo per alkalio. Dume unu fojon la restaĵo estis enmetita en elektran miksilon (*mixer*) por detrui la ĉelojn de faboj esperante pli rapidan apartigon de proteinoj. La temperaturo de la likvaĵo estis ĉ. 20° C. Post la malapero de la biuretreakcio restantaj solveblaj sukeroj estis apartigitaj per 1.5 volumenoj de 50 %-a etanolo. La miksaĵo estis filtrita per la kribrilo de 100 meŝoj kaj poste per tiu de 200 meŝoj por forigi amelon. La ekstraktado per etanolo estis ripetita ĝis kiam la reakcio de MOLISCH kaj la antronreakcio malaperis.

La restaĵo ankoraŭ entenis amelon. Tial la restaĵo estis varmigita kun akvo por rompi amelgrajnojn. Post gluiĝo (*gelatinization*) Taka-diastazo estis aldonita kaj la amelo estis sukerigita per la metodo de ÔSIMA kaj ITAYA[20] tri fojojn. La restaĵo preskaŭ ne montris la jodreakcion. Ĝi estis lavita kvin fojojn per malvarma akvo, due per 95 %-a etanolo kaj per etero. Ĉi tiu preparaĵo estas nomata kruda holocelulozo laŭ KAWAMURA kaj NAKAMURA[12].

Ekstraktado de hemicelulozoj. Ĉ. 20 g da kruda holocelulozo estis ekstraktitaj per 500 ml da 5 %-a NaOH sub nitrogeno dum 24 horoj. La restaĵo apartigita de la solvitaj hemicelulozoj estis denove ekstraktita per 5 %-a NaOH. Entute 7 ekstraktadoj estis faritaj. Ĉar la kruda holocelulozo konservita en la desikatoro fariĝis iom tro malmola, ĝi estis miksita en elektra miksilo kun alkalio por faciligi la ekstraktadon de hemicelulozoj.

La hemicelulozenhavanta filtrato post 7 ekstraktadoj estis kune centrifugita por klarigi. Malmulte da solidaĵo apartiĝis.

Apartigo de hemicelulozoj A, B, kaj C (laŭ BUSTON). Al 3 L da alkalia solvaĵo de hemicelulozoj 350 ml da acetata acido estis aldonitaj ĝis pH 4.6 [12] por precipiti hemicelulozon A. La stato de precipitiĝo de hemicelulozo B (laŭ O'DWYER) laŭ la aldono de kelkaj solvantoj estas montrita en Tabelo II.

Tabelo II. Precipitiĝo de hemicelulozo B per solvantoj

Solvanto	Volumeno de hemicelulozsolvaĵo, ml	Volumeno de aldonita solvanto, ml	La stato de precipitiĝo
Etanolo	10	10	Komencas precipitiĝi.
		20	Klare precipitiĝas.
Acetono	10	4-5	Komencas precipitiĝi.
		6	Klare precipitiĝas.
Miksaĵo de etanolo kaj acetono (7:3)	10	7	Komencas precipitiĝi.
		8	Klare precipitiĝas.
		10	Pli klare precipitiĝas.
		12	Tre klare precipitiĝas.

Tiel la uzo de la miksaĵo de etanolo kaj acetono estas plej bona. Tamen en ĉi tiu preparado 2 volumenoj da etanolo estis uzataj. Tiu ĉi precipito entenas postsignon da hemicelulozo B (laŭ BUSTON), tamen ĉefe konsistas el hemicelulozo C (laŭ BUSTON)[12]. De nun ĝi estas nomata hemicelulozo B (laŭ O'DWYER). La hemicelulozo B centrifugita estis lavita per etanolo kaj due per etero. Ĉ. 5 g estis akiritaj.

2. Sukerkomponaĵo de la hemicelulozo B. (I)[18]

Hidorolizado de la hemicelulozo. 0.4 g da hemicelulozo B (kun 8.10 % da akvo kaj 4.18 % da cindro) estis hidrolizita per 10 ml da 1 *N* H_2SO_4 (sulfata acido) dum 60 min ĉe 97–9° C. La acidhidrolizato estis neŭtraligita per $BaCO_3$ (baria karbonato). La likvaĵo post filtrado kaj centrifugado servis kiel la sukerprovaĵo.

Kvalita analizo de hidrolizato pri sukeroj. Kvalitaj analizoj montris la ekziston de pentozo (orcinol– kaj floroglucinol-reakcioj) kaj la neekziston de ketozo (rezorcinol– kaj PINOFF-reakcioj).

Kvanta analizo pri pentozano. La analizo montris la jenan rezulton: 0.300 g da hemicelulozo B donis 0.0282 g da furfural-floroglucido post TOLLENS-distilado. Tial pentozano = (0.0282 + 0.0052) × 0.8949 = 0.0295 g aŭ 9.83 %. Tio estas egala kun 11.2 % da pentozoj.

Kvanta analizo pri reduktaj sukeroj. La analizo montris, ke hemicelulozo B entenis 53.8 %-ojn da reduktaj sukeroj (kiel glukozo) laŭ la metodo de BERTRAND, post hidrolizado per 2 %-a HCl (klorida acido) dum 2.5 horoj.

Paperkromatografo. La papero uzita estas filtropapero N-ro 50 de Tôyô (20 cm × 20 cm). La solvantsistemoj uzitaj estas butanolo-acetata acido-akvo (4:1:1 aŭ 4:1:2) en la unudimensia metodo, kaj kune kun piridino-butanolo-akvo (2:3:1.5) en la dudimensia metodo. Kiel kolorigiloj estis uzitaj acida anilino ftalata kaj anisidinreagento. La hidrolizato mem ne donis loketojn. Tial 2–3-oble koncentrita likvaĵo estis kromatografita kun sukceso. La rezulto montris la ekziston de glukozo kaj arabinozo sed ne de ksilozo.

3. Sukerkomponaĵo de hemicelulozo B. (II) (Eksperimentita de KAWAMURA)

La hemicelulozo B preparita de KUSUHARA (vidu *1.*) montris la ekziston nur de glukozo kaj arabinozo. Ĝi montris 53.8 %-ojn da redukta sukero (kiel glukozo) kaj 11.2 %-ojn da pentozo. Kvankam la kvanto de tutaj reduktaj sukeroj estas tre malgranda, oni povus diri, ke ĉi tiu hemicelulozo entenas 42.6 %-ojn da glukozo kaj 11.2 %-ojn da arabinozo, se la redukta povo de ambaŭ sukeroj estas konsiderata sama.

Nun, kiel KAWAMURA k. a.[10] raportis, oni povas determini pentozon kaj heksozon kolorimetre laŭ la metodo de DRURY[3].

Laŭ DRURY glukozo kaj pentozo agas malsame en la orcinolreakcio laŭ certaj kondiĉoj kaj la kolorimetraj legadoj ĉe du ondolongoj donas la kvantojn de ambaŭ sukeroj. Pri la detalo de mezur- kaj kalkulmetodoj vidu la paperojn nun cititajn[3,10]. Nur la ondolongoj de la du mezurpunktoj estas iom diferencaj. Kiel la ruĝa filtrilo 620 mμ estis uzata anstataŭ 660 mμ, kaj kiel la verda filtrilo 530 mμ estis uzata anstataŭ 540 mμ. La kolorimetro uzita estas fotcelektra kolorimetro de Itô Tyôtanpa Kenkyûsyo, Tokyo, anstataŭ la kolorimetro de PULFRICH.

Kalibradoj de glukozo kaj arabinozo. Vidu Tabelojn III kaj IV pri la kalibradoj de la puraj sukeroj. Kiel la ratioj por puraj sukeroj ne la aritmetikaj meznombroj, sed mezaj valoroj (*median values*)[2] estis elektitaj

Tabelo III. Kalibrado de glukozo

	Eksp. 1		Eksp. 2		
Glukozo, γ	70	100	100	200	300
r (ruĝa)	0.018	0.055	0.060	0.137	0.376
v (verda)	0.018	0.086	0.084	0.194	0.418
r/v	1.00	0.637	0.714	0.706	0.899

Tabelo IV. Kalibrado de arabinozo

	Eksp. 1		Eksp. 2		
Arabinozo, γ	50	100	20	40	60
r (ruĝa)	0.705	1.38	0.298	0.622	0.990
v (verda)	0.226	0.530	0.088	0.198	0.315
v/r	0.321	0.384	0.295	0.319	0.317

jene: $(r/v)_g = 0.714$ kaj $(v/r)_a = 0.319$, kie la sufiksoj g kaj a eatas por glukozo kaj arabinozo, respektive.

Kolorimetrado de la hidrolizato de hemicelulozo B. Vidu Tabelon V pri la rezultoj, kie R kaj V estas la valoroj de kolorimetro pri la provaĵo (hidrolizato de hemicelulozo B) per ruĝa kaj verda filtriloj, respektive. Oni povas kalkuli jene:

$$V_g = [(v/r)_a \cdot R - V]/[(v/r)_a \cdot (r/v)_g - 1],$$

kaj plu kalkulas la kvanton de sukeroj laŭ kalibraj koeficientoj ĵus akiritaj.

Tabelo V. Kolorimetrado de la hidrolizato de hemicelulozo B

Kvanto, γ	100	150	200	Meznombro
R (ruĝa)	0.195	0.302	0.400	
V (verda)	0.104	0.155	0.220	
Glukozo, %	56.3	52.7	62.1	57.0
Arabinozo, %	11.0	10.6	10.1	10.6

Tiel la rezulto montras, ke la hidrolizato de ĉi tiu hemicelulozo B entenas 57.0 %-ojn da glukozo kaj 10.6 %-ojn da arabinozo, aŭ entute 67.7 %-ojn da sukeroj.

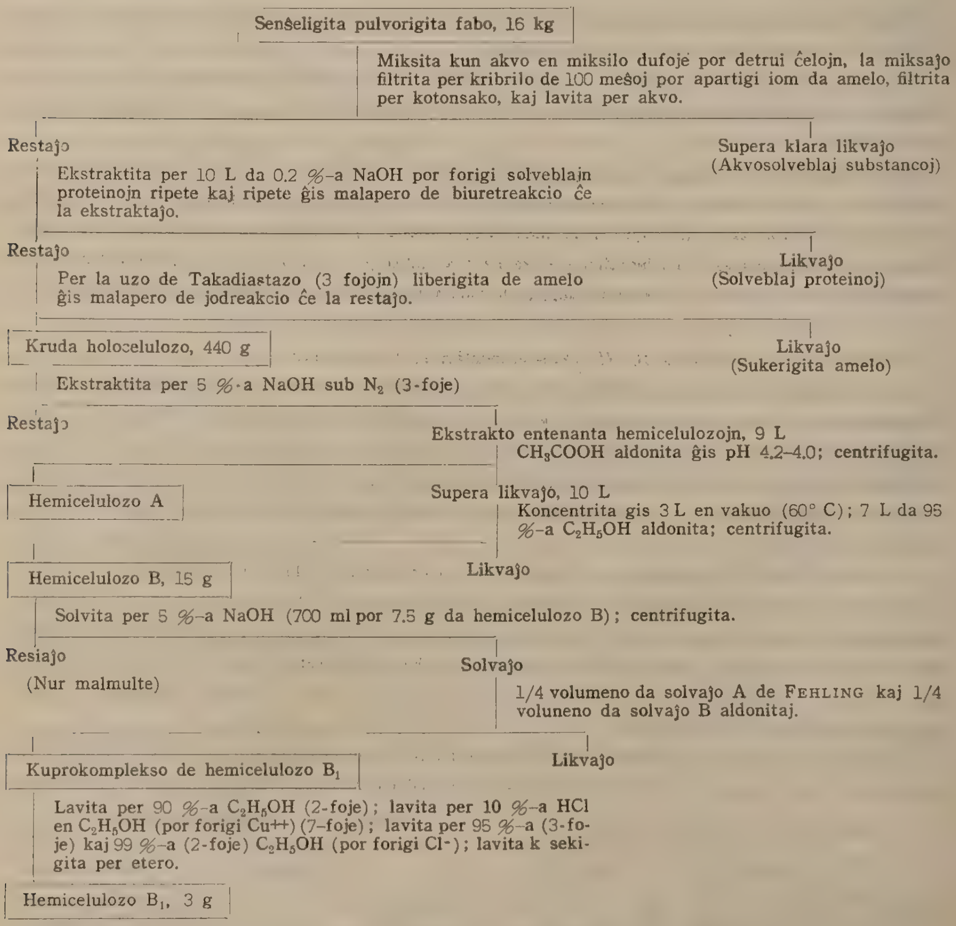


Fig. I. Procedo de preparado de hemicelulozo B_1 el faboj.

4. Apartigado de hemicelulozo B_1.

SATÔ[23] preparis hemicelulozon B_1 el maturaj senŝeligitaj faboj. Nun la formo de fabo ne estis "Sanuki-nagasaya" sed "Nagasaya". La fakto de formado de kuprokomplekso de certa parto de hemicelulozoj de fabo estis trovita de KAWAMURA, kiu eksperimentis simile kiel pri soj-hemicelulozo solvebla en varma akvo[11].

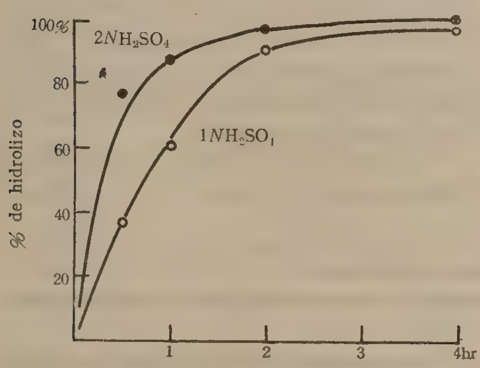
La procedo de preparado estas tute simila kiel antaŭe kaj esence estas kombinaĵo de la procedoj jam skribitaj[11,12,18]. Vidu Figuron I por sekvi la procedon.

La kvanto de hemicelulozo B_1 (I) preparita per unufoja formado de kuprokomplekso estis 2.7 g el 7.5 g da hemicelulozo B. I montris fandiĝpunkton 250–1° C (?). La kvanto de hemicelulozo B_1 (II) preparita post dufoja formado de kuprokomplekso estis nur 0.3 g el 7.5 g da hemicelulozo B. II montris fandiĝpunkton 279–80° C (?). Tio ĉi montras ke la purigado per duafoja formado de kuprokomplekso estas necesa kaj ŝajne efika.

NARASAKI purigis la preparaĵon I de SATÔ tute simile kiel antaŭe. Al 2.2 g da preparaĵo I 100 ml da 5 %-a NaOH estis aldonitaj. Al la solvaĵo 50 ml da FEHLING-solvaĵoj (A kaj B) estis aldonitaj kaj la kuprokomplekso formita. Tiel purigita hemicelulozo B_1 pezis 1.8 g. Ĉi tiu preparaĵo montris la fandiĝpunkton 230 50° C (malkombinado). NARASAKI trovis, ke ankaŭ la fandiĝpunkto de preparaĵo II de SATÔ estis tute sama (230–50°).

5. Acidhidrolizo de la hemicelulozo B_1. (NARASAKI)

La miksaĵoj de 10 mg da hemicelulozo B_1 kaj 5 ml da 2 N aŭ 1 N H_2SO_4 en provtuboj estis varmigitaj kun malvarmigiloj en la bano de bolanta akvo. La tempodaŭro estis fiksita ĉe 0.5, 1, 2, kaj 4 horoj. La hidrolizato estis neŭtraligita per $BaCO_3$ kaj redukta sukero estis determinita kolorimetre per 3, 5-dinitro-salicilata acido. Figuro II montras la rezulton.



Tempodaŭro de hidrolizo (98° C)

Fig. II. Hidrolizo de hemicelulozo B_1 per H_2SO_4

Kvalita analizo de la hidrolizato montris pozitivan MOLISCH-reakcion (karbohidrato ekzistas), negativajn SELIWANOFF- kaj PINOFF-reakciojn (ketozo ne ekzistas), negativan naftorezorcinol-reakcion (uronata acido ne ekzistas), kaj pozitivajn anilin-, BIAL-, floroglucin-, kaj orcinol-reakciojn (pentozo ekzistas). La provaĵo antaŭ kaj post hidrolizo montris negativajn biuretreakcion (proteino ne ekzistas) kaj jodreakcion (amelo ne ekzistas).

6. Paperkromatografo de la hidrolizato. (NARASAKI)

Preparado de la hidrolizato. (A) Hemicelulozo B_1 (0.2 g) estis hidrolizita per 20 ml da 1 N H_2SO_4 ĉe 98° C dum 1 horo. La miksaĵo post filtrado enhavis postsignon da nesolvebla solidaĵo (kiu estis solvebla en 5 %-a NaOH kaj montris pozitivan MOLISCH-reakcion sed negativajn biuret- kaj jod-reakciojn). La filtrato estis neŭtraligita per $BaCO_3$. Post filtrado la filtrato estis koncentrita ĝis ĉ. 2 ml en vakuo sub 50° C. Kiam 5 volumenoj da etanolo estis aldonitaj, formiĝis iomete da precipitaĵo (kiu estis solvebla en akvo, nesolvebla en 80 %-a etanolo, donis pozitivan MOLISCH-reakcion, kaj estis neredukta). La filtrato estis denove koncentrita ĝis 1.0 ml. Tiu ĉi estas nomata provaĵo A.

(B) Hemicelulozo B_1 (0.2 g) estis hidrolizita per 20 ml da 1 N H_2SO_4 ĉe 98° C dum 4 horoj. La filtrato (postsigno da nesolvaĵo troviĝis) estis neŭtraligita per $BaCO_3$. La neŭtraligita filtrato estis koncentrita ĝis 2 ml. Nunfoje aldono de 10 ml da etanolo ne formis precipitaĵon. Ĉi tio eble montras la perfektecon de hidrolizado, almenaŭ kompare al la antaŭa hidrolizado (A) (la diferenco estas nur la tempodaŭro, 4 horoj

(B) kontraŭ 1 horo (A)). La hidrolizato estis fine plu koncentrita ĝis 1.0 ml. Tiu ĉi estas nomata provaĵo B.

Solvantsistemoj uzitaj. Tri sistemoj estis uzataj: (a) BuOH-AcOH, butanolo-acetata acido-akvo (4:1:2); (b) BuOH-C_5H_5N, butanolo-piridino-akvo (3:1:1.5); kaj (c) PhOH, fenolo-akvo (4:1). Por akiri klaran apartigadon, multobla disvolvado estas ofte aplikata. Ordinare duobla disvolvado sufiĉis pri la solvantsistemoj (a) kaj (b). La sistemo (c) povis apartigi sukerojn sufiĉe laŭ simpla disvolvado.

Kolorigiloj. Acida anilino ftalata kaj amoniaka arĝenta nitrato estis uzitaj. Per anailinreagento metilpentozo kaj heksozo donis flavbrunan koloron, dum pentozo donis ruĝbrunan koloron.

Rezultoj. Unudimensia kaj dudimensia (per (a) kaj (c), kaj per (b) kaj (c)) kromatografadoj estis plenumitaj. Jen estas la valoroj de *Rf* pri respektivaj solvantsistemoj (Tabeloj VI–VIII).

Tabelo VI. Paperkromatografo per solvantsistemo (a) BuOH-AcOH

	Puraj sukeroj	Hidrolizato de			
		Provaĵo A		Provaĵo B	
Ramnozo	0.57		—		—
Ribozo	0.54	0.55	+	0.55	+
Ksilozo	0.47	0.50	++++	0.48	++++
Arabinozo	0.42		—		—
Glukozo	0.36	0.39	} ++++	0.36	} ++++
Galaktozo	0.36	0.39		0.36	
Meza produkto 1(?)	—	0.28	±	0.27	±
Meza produkto 2(?)	—	0.18	±		—

Tabelo VII. Paperkromatografo per solvantsistemo (b) BuOH-C_5H_5N

	Puraj sukeroj	Hidrolizato de			
		provaĵo A		provaĵo B	
Ramnozo	0.65		—		—
Ribozo	0.56	0.54	+	0.56	+
Ksilozo	0.52	0.53	+++	0.53	+++
Arabinozo	0.45		—		—
Glukozo	0.39	0.41	++	0.40	++
Galaktozo	0.35	0.35	+	0.35	+

Tabelo VIII. Paperkromatografo per solvantsistemo (c) PhOH

	Puraj sukeroj	Hidrolizato de			
		provaĵo A		provaĵo B	
Ramnozo	0.59		—		—
Ribozo	0.59	0.59	+	0.59	+
Ksilozo	0.43	0,43	++++	0.43	++++
Arabinozo	0.46		—		—
Glukozo	0.35	0.35	} ++++	0.37	} ++++
Galaktozo	0.41	0.35		0.37	
Meza produkto 1(?)	—	0.28	±	0.28	±
Meza produkto 2(?)	—	0.15	±		—

Tiel provaĵoj A kaj B konsistas el ribozo, ksilozo, glukozo, kaj galaktozo. Provaĵo A montras du loketojn kaj provaĵo B montras unu loketon kun malgrandaj *Rf* valoroj kiuj eble korespondas al mezaj produktoj de hidrolizado. Tiuj loketoj kun malgrandaj *Rf* valoroj aperis tre maldense 24 horojn post aplikado de la reagentoj.

La rezulto estis plu certigita per la metodo de kromatografado de la provaĵo al kiu koncernantaj puraj sukeroj estis aldonitaj.

7. *Determinado de sukeroj konsistigantaj la hemicelulozon B_1.* (Narasaki)

La hidrolizita provaĵo B (vidu *6.*) estis kromatografita du fojojn kaj la kvar sukeroj estis determinitaj laŭ la metodo de Somogyi.

Provaĵo B (100 μl, entenanta ĉ. 14 mg da sukeroj) estis kromatografita per la solvantsistemo BuOH-C_5H_5N (2 disvolvadoj) per filtropapero de la grandeco 20 cm×20 cm por apartigi pentozojn (*Rf* 0.67-0.53) (ribozo kaj ksilozo) kaj heksozojn (*Rf* 0.48–0.34) (glukozo kaj galaktozo). Du dividitaj partoj de filtropapero kun sukeroj estis ekstraktitaj per 20 ml da akvo ĉe 100° C dum 24 horoj. Determinado de ambaŭ partoj montris la molekulan ration de pentozoj : heksozoj=(39–41) : (59–61).

La parto de pentozoj (10 ml restigita post determinado) estis koncentrita kaj kromatografita per solvantsistemo PhOH kaj la parto de ribozo (*Rf* 0.82–0.66) estis apartigita de la parto de ksilozo (*Rf* 0.63–0.47). Ili montris molekulan ration de ribozo : ksilozo=1 : 7.1.

La parto de heksozoj ankaŭ estis koncentrita kaj kromatografita per la sistemo BuOH-C_5H_5N. La parto de glukozo (*Rf* 0.56-0.46) kaj tiu de galaktozo (*Rf* 0.46-0.36) estis dividitaj. Ili donis molekulan ration de glukozo : galaktozo=3.2 : 1.

Tiamaniere proksima molekula ratio de glukozo : galaktozo : ksilozo : ribozo estis 46 : 14 : 35 : 5.

DISKUTADO

Troviĝas kelkaj problemoj en la studo de polisakaridoj tiel komplikaj kiel hemicelulozoj.[8] Interalie oni havas problemon kiamaniere prepari hemicelulozojn. Kvanta preparado estas tre malfacila, des pli se oni volas prepari kiel eble plej puran preparaĵon. Sed kio estas pura hemicelulozo? Ordinare oni studas hemicelulozojn dividante ilin per diferenco de la precipitebleco per iuj solvantoj aŭ per diferenco de la solvebleco en kelkaj koncentrecoj de alkalisolvaĵo. La formado de kuprokomplekso ankaŭ estas ofte uzata. La aŭtoroj uzis ĉi tiun metodon kune kun la diferencigo per precipitiĝo per acetata acido kaj etanolo. La preparaĵo nomata hemicelulozo B_1 laŭ PREECE[21] devas esti sufiĉe pura por esti studata plu. Tamen la kvanto de ĉi tiu parto estas tre malgranda. Kiel montrita en Tabelo IX, la hemicelulozo B_1 akirita de SATÔ korespondas nur al 0.02 % de faboj.

Tabelo IX. Kvanta rilato de preparaĵoj

Preparinto		Faboj	Kruda holocelulozo	Hemicelulozo B	Hemicelulozo B_1
KUSUHARA	g	2×10^3	20	5	—
	%	100	1.0	0.25	—
SATO	g	16×10^3	440	15	3
	%	100	2.75	0.094	0.019

SATÔ[23] determinis laŭ nova metodo elpensita de KAWAMURA krudan holocelulozon kaj hemicelulozojn kaj la rezulto montris, ke faboj (formo "Nagasaya") entenis 7.05 %-ojn da kruda holocelulozo kaj 3.40 %-ojn da tuta hemicelulozo.

Tial hemicelulozo B_1 apartigita konsistigas nur $(0.019/3.40)\times100=0.56$ %-on de la hemicelulozoj de faboj.

La kvanto de hemicelulozo B estas 0.25 % de faboj ĉe la preparaĵo de KUSUHARA kaj 0.094 % de faboj ĉe tiu de SATÔ. Tiu diferenco eble devenas de nesufiĉa ekstraktado de hemicelulozo per 5 %-a NaOH. Anakaŭ la kvanto de kruda holocelulozo malsamas: 1.0 % ĉe la preparaĵo de KUSUHARA kaj 2.75 % ĉe tiu de SATÔ. Tiuj diferencoj estas malaltaj kompare al la valoro 7.05 % akirita en determinado.

Oni devas scii, ke hemicelulozoj sufiĉe puraj por esti pristudataj konsistigas nur malmultan parton de tutaj hemicelulozoj.

Nun ni konsideru pri la sukerkomponaĵo de la preparitaj hemicelulozoj. Tabelo X estas la resumo de tiaj studoj. La proporcio donita en Tabelo X estas nur proksima. La valoroj pri hemicelulozo B (de KUSUHARA) estas kalkulitaj tiel ke la sumo fariĝu 100 %.

Tabelo X. Sukerkomponaĵoj de preparaĵoj

Materialo	Preparaĵo	Ribozo	Ksilozo	Arabinozo	Glukozo	Galaktozo
Fabo, "Sanuki-nagasaya"	Kruda holocelulozo	···	+ (Ksilozo + Arabinozo: 40%)	+++	+++ 60%	—
Fabo, "Sanuki-nagasaya"	Hemicelulozo B	···	—	++ 21 aŭ 16%	+++ 79 aŭ 84%	—
Fabo, "Nagasaya"	Hemicelulozo B_1	+ 5 %	+++ 35%	—	+++ 46%	++ 14%

Kruda holocelulozo estas la originala materialo el kiu individuaj hemicelulozoj estas preparitaj. Tial, individuaj preparaĵoj devus montri la saman aŭ partan sukerkomponaĵon kompare al tiu de kruda holocelulozo. Se iu speciala hemicelulozo konsistas el sukeroj A, B, kaj C, kaj alia individua hemicelulozo konsistas el sukeroj A, B, kaj Ĉ, la kruda holocelulozo devus montri la ekziston de sukeroj A, B, C, kaj Ĉ. La kruda holocelulozo eĉ povus enteni la kvinan sukeron D kiel komponaĵon.

Nun la rezulto montrita en Tabelo X estas tre stranga. Se hemicelulozo B_1 ja havas ribozon, kruda holocelulozo devus ĝin montri, Tamen, se la kvanto de ribozo estas malgranda (nur 5 %, kompare al 14-46 % de aliaj sukeroj), kaj ankaŭ la kvanto de la preparaĵo estas malgranda (nur 0.56 % apartigita de la

tutaj hemicelulozoj), povas esti, ke dum preparado tiu speciala hemicelulozo enhavanta ribozon speciale koncentrite prepariĝis kaj pro malgrandeco de la kvanto de ribozo (malpli ol $5 \times 0.56/100 = 0.028\%$), oni ne trovis la ekziston de ribozo en holocelulozo. Ĉu estus malfacile konsideri similan situacion por galaktozo en hemicelulozo B_1? Eble ne.

La rilato inter la sukerkomponaĵoj de kruda holocelulozo kaj hemicelulozo B estas nature komprenebla. Se ja ekzistas tia hemicelulozo kia estas hemicelulozo B (de KUSUHARA) tiu formas tute novan tipon de polisakarido: araboglukano. WHISTLER[24] ne notis tian polisakaridon. Natura polisakarido ofte enhavas arabinozon kaj galaktozon samtempe (ofte kune kun galakturonata acido) aŭ ksilozon kaj glukozon samtempe (ofte kune kun glukuronata acido). Tiu ĉi araboglukano meritas pluan studon.

Estas nova eltrovo, ke parto de hemicelulozo B de faboj formas kuprokomplekson. La "purigita" hemicelulozo B_1 (post dufoja formado de kuprokomplekso) havis tute aliajn sukerojn ol kruda holocelulozo. Oni devus noti, ke la faboj estis aliaj. Tamen ni ne estas certaj, ĉu ni povas klarigi tiun malsamecon nur de la malsameco de la formo de faboj.

Nia hemicelulozo B_1 estas ribogalaktoksiloglukano, tute nova tipo de polisakarido.

Ĝis nun ribozo estas ĝenerale konsiderata kiel pentozo ekzistanta nur en la formo de ribonukleata acido aŭ ribonukleoproteino. Laŭ ekzameno de literaturo nur kvar raportoj troviĝis koncerne al la ekzisto de ribozo en polisakarido.

HIRASE kaj ARAKI[5] trovis galaktozon, arabinozon, kaj ribozon en la hidrolizato de araba gumo per paperkromatografo, sed la loketo koresponda al ribozo estis tre malklara. Ili skribis, "Galaktozo kaj arabinozo estas jam konfirmitaj kiel komponaj sukeroj en la literaturo, sed la ekzisto de ribozo ne estas ankoraŭ raportita. Sekve, ni ne povas decidi ĉu la loketo nun eltrovita korespondas al ribozo."

HONMA kai AKETAGAWA[6] studis polisakaridojn de *miso* (Japana fermentita manĝaĵo preparita el sojo kaj rizo). Hidrolizato de la parto, kiu estas nesolvebla en akvo, solvebla en varma akvo, kaj precipitebla per aldono de etanolo al la solvaĵo, montris ekziston de galakturonata acido, glukozo, galaktozo, fruktozo, manozo, arabinozo, ksilozo, ramnozo, ribozo, kaj deoksiribozo per paperkromatografo.

Iom pli frue EASTERBY kaj JONES[4] studis la komponaĵon de viskoza substanco (*mucilage*) de linsemo. Ili dividis purigitan sencindran substancon per aldono de kupra acetato. Nesolvebla kuprosalo (45%) konsistis el 8 % da galaktozo, 9 % da arabinozo, 25 % da ksilozo, kaj 13 % da ramnozo. Akvosolvebla parto (55 %) konsistis el 12 % da galaktozo, 12 % da arabinozo, 27 % da ksilozo, 29 % da ramnozo, kaj postsigno da ribozo aŭ fukozo.

ROSENTHAL[22] trovis ribozon en la hidrolizatoj de du brazilaj gumoj: la gumo de *catingueira* (*Caesalpinia* sp.) montris la ekziston de arabinozo, ksilozo, ribozo, galaktozo, kaj ramnozo, kaj la gumo de *angico* (*Piptadenia rigida*) montris la ekziston de la antaŭaj kvar sukeroj ĵus menciitaj (t. e. krom ramnozo).

Ni nun plu studas, ĉu vere ekzistas ribozo en hemicelulozo B_1 el fabo.

(Unua duono de ĉi tiu studo, Eksperimentoj *1.-3.*, estis prezentita en la Ĝenerala Kunveno de la Agrikulturkemia Societo de Japanujo ĉe Universitato de Tokyo en la nomoj de KAWAMURA kaj KUSUHARA la 31-an de Marto, 1955. La alia duono, Eksperimentoj *4.-7.*, estis prezentita en la Ĝenerala Kunveno de Kansai kaj Tyûbu Branĉoj de la sama Societo ĉe Ise en la nomoj de KAWAMURA kaj NARASAKI la 19-an de oktobro, 1956. Ĵus eldoniĝis mallonga artikolo en angla lingvo[14] koresponda al la dua duono de ĉi tiu papero.)

Ĉe la fino la aŭtoroj esprimas sinceran dankon al D-ro Ziro NIKUNI, profesoro ĉe Osaka Universitato, pro lia dono de pura ribozo.

SUMMARY

Mature dehulled broad beans contain about 50 % carbohydrates. The chief carbohydrate is starch(15,16) (about 40 %). They contain about 1 % reducing sugars (glucose and fructose), about 4 % oligosaccharides (sucrose, raffinose, and stachyose)(9,17), and about 3 % hemicelluloses. Crude holocellulose (containing 40.5 % hemicellulose) showed the presence of glucose, arabinose and xylose(12).

In this paper experiments on the preparation and sugar-composition determination of hemicelluloses are described in detail:

1. Separation of hemicellulose B(18).——Crude holocellulose, i.e. the residue after extraction of sugars, starch, and soluble proteins, from dehulled broad beans (variety "Sanuki-nagasaya"), was extracted with 5 % NaOH under N_2. Hemicellulose B was obtained by adding 2 volumes of ethanol to the filtrate after precipitation of hemicellulose A with acetic acid.
2. Sugar composition of hemicellulose B. (I)(18)——Hydrolysis with 1 N H_2SO_4 for 1 hr at 98° C gave 53.8 % reducing sugars. The hydrolyzate contained 11.2 % pentose by the Tollens method. Paper chromatography showed the existence of glucose and arabinose, but not of xylose.
3. Sugar composition of hemicellulose B. (II)——Since the hydrolyzate contained only glucose and arabinose the method of Drury(3) as described by Kawamura et al.(10) was applied. See Tables III–V. The hydrolyzate contained 57.0 % glucose and 10.6 % arabinose by this method.
4. Separation of hemicellulose B_1(23).——See Fig. I. The method was formerly applied to hot-water-soluble hemicellulose of soybeans(11). The formation of copper complex should be repeated to obtain pure preparation.
5. Acid hydrolysis of hemicellulose B_1(14).——Hydrolysis was nearly quantitative by boiling with 2 N H_2SO_4 for 2–4 hrs. See Fig. II.
6. Paper chromatography of the hydrolyzate of hemicellulose B_1(14).——See Tables VI–VIII. The hydrolyzate contained ribose, xylose, glucose, and galactose.
7. Determination of component sugars of hemicellulose B_1(14).——Paper chromatography and reducing sugar determination by the Somogyi method showed proximate molar ratio of glucose : galactose : xylose : ribose to be 46 : 14 : 35 : 5.

As shown in Table IX the yields of hemicelluloses were very low. When the preparation is purified intensively, it becomes only a small part of total hemicelluloses. Such a sample is not at all representative one. However, we must obtain some preparation which is sufficiently pure to make further study possible. If such a sample contains a small proportion (5 %) of ribose, the crude holocellulose, containing a very minute proportion of it, may not reveal the existence of the minute constituent by simple and direct examination. This may offer one reason to explain the discrepancy shown in Table X.

Existence of ribose in polysaccharide has not yet been established, probably owing to its low content. Linseed mucilage(4), gum arabic(5), two Brazilian gums (*catigqueira* and *angico*)(22), and a polysaccharide fraction of miso (Japanese fermented food made from soybean and rice)(6) are examples of polysaccharides containing ribose in the literature. However, identification of ribose was made by no authors yet.

BIBILIOGRAFIO

(1) Buston, H. W.: *Biochem. J.*, **28**, 1028–37 (1934).

(2) Dean, R. B., Dixon, W. J.: *Anal. Chem.*, **23**, 636–8 (1951).

(3) Drury, H. F.: *Arch. Biochem.*, **19**, 455 (1949).

(4) Easterby, D. G., Jones, J. K. N.: *Nature*, **165**, 614 (1950).

(5) Hirase, S. (平瀬進), Araki, C. (荒木長次): *Kyoto Kôgei Sen'i Daigaku Kôgei-Gakubu Kenkyû Hôkoku* (*Ri-Kô*), **1**, 19-23 (1952) (japane).

(6) Honma, N. (本間伸夫), Aketagawa, T. (明田川太七郎): *J. Fermentation Technol.*, **33**, 490–3 (1955) (japane).

(7) Kawamura, S. (川村信一郎): *Tech. Bull. Kagawa Agr. Coll.*, **6**, 8–19 (1954) (japane)

(8) ———: Hemicelulozo, en "Tatôrui Kagaku" (多糖類化学) (Kemio de Polisakaridoj), red. de F. Egami (江上不二夫), 265–77, Tokyo, Kyôritu Syuppan K. K. (共立出版) (1955) (japane).

(9) ———: Sukeroj de kelkaj japanaj legumenoj. *Sciencaj Studoj* (Internacia Scienca Asocio Esperantista) (1957) (en Esp.).

(10) ———, Kobayashi, T. (小林恒夫), Ôsima, M. (大島道雄): *Tech. Bull. Kagawa. Agr. Coll.*, **6**, 241–2 (1955) (angle).

(11) ———, ———, ———, Mino, M. (三野正浩): *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan*, **19**, 67–76 (1955) (angle).

(12) ———, Nakamura, H. (中村博): Studoj pri la karbohidratoj de la semo de *Vicia faba*, III., *J. Agr. Chem. Soc. Japan*, **28**, 854–8 (1954) (japane kun Esp. resumo).

(13) ———, ———, Horike, K. (堀家欣子): Studoj pri la karbohidratoj de la semo de *Vicia faba*, I., *Tech. Bull. Kagawa Agr. Coll.*, **6**, 20–6 (1954) (japane kun Esp. resumo).

(14) ———, Narasaki, T. (楢崎丁市): *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan*, **20**, 239–90 (1956) (angle).

(15) ———, Suzuki, H. (鈴木裕), Matsumoto, T. (松本照代): *Tech. Bull. Kagawa Agr. Coll.*, **7**, 81–6 (1955) (angle).

(16) ———, Tuboi, Y. (壺井好), Huzii, T. (藤井保): *Ibid.*, **7**, 87–92 (1955) (angle).

(17) ———, ———, Nakamura, H.: Studoj pri la karbohidratoj de la semo de *Vicia faba*, II., *Ibid.*, **6**, 27–31 (1954) (japane kun Esp. resumo).

(18) Kusuhara, R. (楠原良三): Disertacio, Kagawa Agr. Kolegio (香川農大卒業論文) (1955).

(19) O'Dwyer, M. H.: *Biochem. J.*, **20**, 656 (1926).

(20) Ôsima, K. (大島幸吉), Itaya, S. (板谷新次): *J. Agr. Chem. Soc. Japan*, **2**, 896–907 (1925) (japane).

(21) Preece, J. A.: *Biochem. J.*, **25**, 1304 (1931).

(22) Rosenthal, F. R. T.: *Rev. quim. ind.* (Rio de Janeiro), **24** (276), 17–9 (1955); *Chem. Abst.*, **50**, 2998 *e* (1956).

(23) Satô, T. (佐藤享克): Disertacio, Kagawa Agr. Kolegio (香川農大卒業論文) (1956).

(24) Whistler, R. L., Smart, C. L.: Polysaccharide Chemistry, New York, Academic Press (1953).

ソ ラ マ メ の 炭 水 化 物 の 研 究

Ⅳ ソラマメのヘミセルロース加水分解物におけるリボースの存在

川村信一郎，樒崎丁市，楠原良三，佐藤享克

ソラマメにほぼ50%含まれている炭水化物の中で最も多いのはデンプン[15,16]（40%）であるが，多糖類としてはヘミセルロースも3－4%含まれている．川村，中村[12]は粗ホロセルロース(糖類[9,17]，デンプン，可溶性タンパク質を除いたもの）の構成糖類がグルコース，アラビノース，およびキシロースであること，キシロースは少量であること，文献にあるガラクタンに相当するものは認められないことなどを報告した．

この粗ホロセルロースにはウロン酸も含まれていない．そこでこの中の大部分を占めるヘミセルロースC（BUSTON[1]による）を分離すれば単純な構成糖類を示すであろうと予想してこれを分離した．ヘミセルロース[8]の分別にはむしろ O'DWYER[19] による命名が一般に行われているが，それによるとこのものはヘミセルロースBであることになる．

楠原[18]が分離したソラマメヘミセルロースBは加水分離率が低かった（還元糖53.8%）が，ペーパークロマトグラフによってグルコースとアラビノースのみを認めた．ペントースを11.2%含んでいたから，グルコース79%とアラビノース21%とから成ることになる．DRURY[3]の比色法[10]によるとグルコース84%，アラビノース16%となった(川村実験)．いずれにしてもこのヘミセルロースBはアラボクルカンという新しい多糖類と考えられた．

このときはサヌキナガサヤという品種を使ったが，さらにナガサヤという品種のソラマメからもう一度ヘミセルロースBを分離した(佐藤[23])．こんどは銅化合物として沈デンする区分があることを見出したので，その方法で精製して，ヘミセルロースB_1を得た(第1図)．

このヘミセルロースB_1の収量は非常に少なくて，ソラマメの0.019%に過ぎない．ところがこのものの加水分解物の組成はグルコース46%，キシロース35%，ガラクトース14%，リボース5%であった(樒崎実験)．ガラクトースやリボースが粗ホロセルロースに見出されなかったのはその量が少ないからであろう．ソラマメの0.019%ということは全ヘミセルロースに対してもわずかに0.56%に当るだけであるから，全ヘミセルロースの中のリボースの量は $5\times0.56/100=0.028\%$ となる．もっとも分離できた量は実際存在するもののうち一部分であろうが，それにしても粗ホロセルロースにはヘミセルロース(49%)以外のものも含まれている．0.1%以下の糖の検出が困難なことは十分想像される．

文献によるとアマ種子の粘質物[4]，アラビアゴム[5]，ブラジル産ゴム2種類[22]，ミソの多糖類[6]にリボースが検出されているが，まだ確認されてはいない．

この研究の前半は日本農芸化学会大会（東京大学，1955年3月31日）で講演し，後半は同学会関西，中部両支部合同大会（伊勢市，1956年10月19日）で講演した。なお後半の要点は英文速報[14]として発表した．

標準のリボースをわけて頂いた大阪大学の二国二郎教授に感謝する．

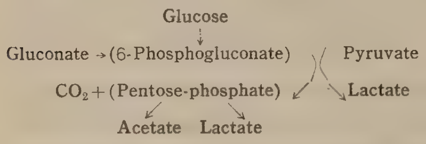
RECHERCHES SUR LES METABOLISMES DES PYRUVATE ET CARBOHYDRATE PAR BACILLE LACTIQUE

III. Sur l'effet des glucides par bacille d'homolactique.
(2) Quelques remarques concernant des effets des glucides.

Kei YAMANAKA (Laboratoire de Microbiologie Technique)

(Reçu le 8 janvier, 1957)

Dans mon travail précédant[28], j'ai montré l'effet de glucose au cours de formation d'acétoïne au dépens de pyruvate par bacille d'homolactique (*L. bulgaricus*, et *L. caséi*). À l'appareil de WARBURG, l'augmentation de gaz carbonique a été observé par cette bactéries à partir de pyruvate. Cette augmentation de gaz carbonique est accéleré notablement, quand on ajoute glucose avec pyruvate, mais la consommation d'O_2 est faible augmenté. Par bacille d'hetérolactique, chez *L. fermentum*, j'ai démontré la nouvelle réaction dismutasique entre pyruvate et gluconate[27]. Dans cette système, le rapport entre augmentation du gaz carbonique, pyruvate utilisé, et lactate formé est 1:1:2. Les mêmes résultats ont obtenu avec glucose, 2-cétogluconate, et maltose. Mais galactose, xylose, et 5-cétogluconate ont été inactifs. Dans cette systèm e, j'ai montré dont que la gluconate a été déshydrogené en donnant l'acide lactique, l'acide acétique et le gaz carbonique, en autre l'acide pyruvique a été réduit en l'acide lactique comme la formule suivante.



Le but du présent travail fut de rechercher d'effet des glucides par la formation d'acétoïne chez bacille d'homolactique.

TECHNIQUES EXPERIMENTALES

Souche bactérienne Les souches des lactobacilli employés sont *L. plantarum*, *L. bulgaricus*, et *Leuc. mesenteroides*.

Culture Ces microbes sont cultivés dans d'étuve à 37° C, en vases d' ERLERMEYER de 1 litre ou 3 litres contenant 0.8 ou 2.5 litres de millieu d'éxtrait du malt, réspectivement.

La culture est fait pendant 40 heures, on sépare ensuite le milieu par centrifugation à la température ordinaire, on met suspension le culot bactérien dans l'eau distillée, et en centrifuge à nouveau. On répète ce lavage à deux fois. On met en suspension dans l'eau distillée, on l'homogénéise par agitation avec une bille de verre. Pour préparer la cellule sèche, on réunit la cellule bactérienne et desséche sous vide. On détermine d'azote de cette suspension bactérienne par la microméthode de KJEHLDAHL.

Manométrie Je fais suivant la technique de WARBURG. Dans chaque fioles de WARBURG, on place 0.5 ml de cette suspension, 0.5 ml de tampon de phosphate $M/10$ à pH 6.0, et 0.1 ml de SO_4Mg de $M/10$, et renferme 0.2 ml de solution M ou $M/2$ de pyruvate de Na dans le bec latéral. Certaines fioles continnent 0.2 ml de solution à 20% de potasse dans leur compartiments centrales pour mésurer la consommation d'O_2. Pour examiner l'effet des glucides par la métabolisme de pyruvate, on ajoute 0.2 ml de solution de glucide à $M/10$ dans le bec latéral. La volume totale est 2.7 ml et toutes les fioles sont rempli d'air. L'incubation a lieu à 37°C pendant une heure et demie. Le gaz carbonique dégagé est indiqué en valeur de $Q_{CO_2}(N)$ par la formule suivante.

$$Q_{CO_2}(N) = \frac{\text{Gaz carbonique dégagé (en } \mu\text{l)}}{\text{Durée d'essai (en heure)} \times \text{azote de cellule (en mg)}}$$

Acétoïne Pour détecter d'acétoïne et diacétyle, on emploie par la réaction de VOGES-PROSKAUER (V. P.) introduit par EGGLETONE *et col.*(6).

RESULTATS

1. *L. plantarum*

En essai par la cellule intacte de *L. plantarum*, on observe que le dégagement du gaz carbonique est en grande, mais en contre, la consommation d'oxygène est si faible à partir de pyruvate. Ensuite, quand on l'ajouter la glucose et la pyruvate dans la suspension de cette cellule intacte en même temps, on le trouve que sont grande notablement l'augmentation du gaz carbonique dégagé et aussi même, celle d'acétoïne formée.

Des mêmes résultats sont observé avec fructose, mannose, et maltose. Mais il ne peux pas détecter ces effets avec galactose, xylose, arabinose, rhamnose, lactose et mannitole. Les Figures 1 et 2 montrent le dégagement du gaz carbonique en fonction du temps. Le gaz carbonique dégagé et l'oxygène consommé totales pendant 90 minutes se comparent dans le Tableau 1 en expressant de la valeur "Q".

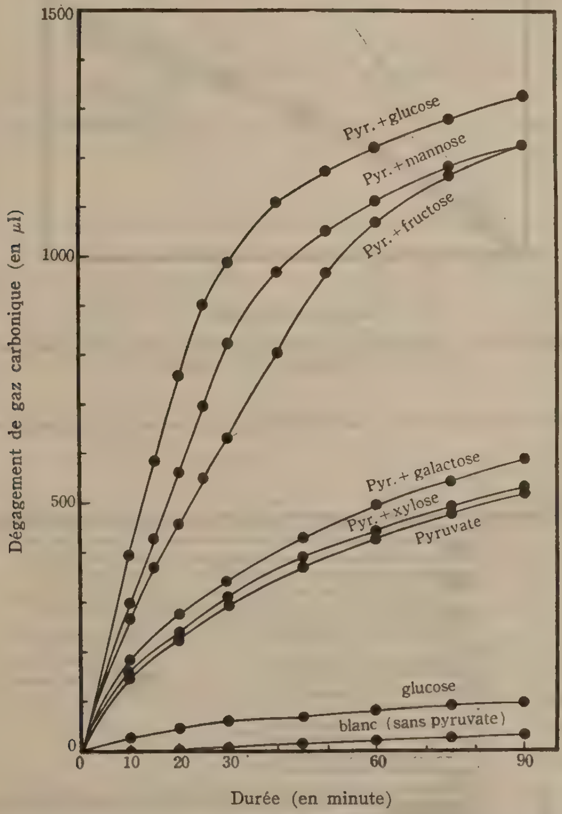


Figure 1. Dégagement de gaz carbonique à pyruvate avec glucides par *L. plantarum*. (cellule intacte)

D'azote de cellule = 1.260 mg/fiole

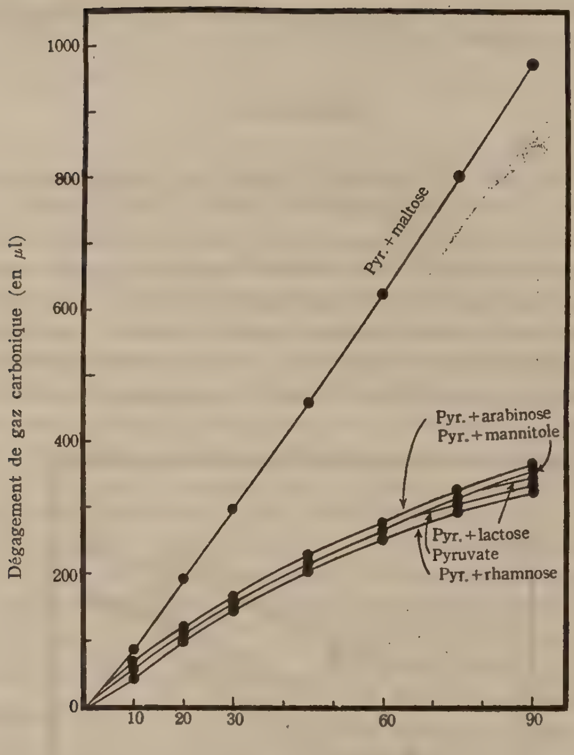
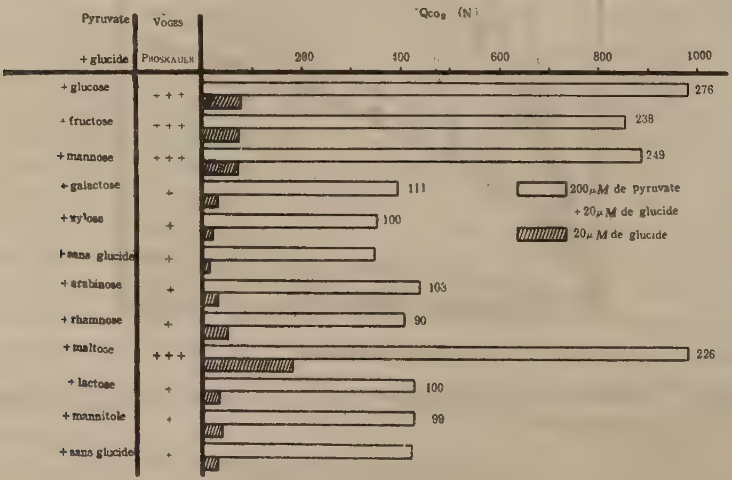


Figure 2. Dégagement de gaz carbonique à pyruvate avec glucides par *L. plantarum.* (cellule intacte) D'azote de cellule=0.638 mg/fiole

Tableau 1 L'effet des glucides dans le métabolisme de pyruvate par *L. plantarum.* (intacte)



Ici d'ailleurs, cet effet est si faible par cette cellule sèche, et l'essai-témoin de V. P. est egal avec ou sans glucides comme montre dans les Tableaux 2 et 3.

Tableau 2. Effet des glucides dans le dégagement de gaz carbonique par *L. plantarum.* (intact)
(D'azote de cellule=1.260 mg/fiole)

Durée d'intervalle (min.)	Dégagement de CO_2 à pyruvate plus (μl)				Durée (min.)	Rapport d'augmentation de CO_2* (%)		
	+Glucose	+Fructose	+Mannose	Sans glucide		+Glucose	+Fructose	+Mannose
0～10	397	253	235	155	10	242	170	181
10～20	364	194	270	78	20	317	191	232
20～30	223	173	259	65	30	322	204	266
30～40	119	170	148	46	40	296	221	269
40～50	67	165	87	46	50	292	240	261
50～60	50	105	53	40	60	276	238	249
60～70	40	66	46	30	75	262	233	238
70～80	33	56	40	30				
80～90	30	33	30	26	90	254	227	230

* montre par calculer suivant.

$$\frac{CO_2\ (\text{pyruvate}+\text{glucide})-CO_2\ (\text{glucide})}{CO_2\ (\text{pyruvate})-CO_2\ (\text{endogène})}\times 100$$

Tableau 3. Effet des glucides dans le métabolisme de pyruvate par *L. plantarum.* (séc)
(D'azote de cellule=1.418 mg/15 mg de cellule sèche)

Substrate	Sans pyruvate (A)		Avec pyruvate (B)		(B−A)/Pyr.×100 (%)
	Q_{CO_2} (N)	Q_{O_2} (N)	Q_{CO_2} (N)	Q_{O_2} (N)	Q_{CO_2} (N)
Sans glucide	4.1	3.8	381	15.3	(100)
Glucose	10.1	7.6	383	23	102
Fructose	6.1	5.6	381	18	100
Mannose	4.9	4.7	389	24	102
Galactose	7.0	4.7	390	21.7	102
Xylose	5.2	3.8	376	23.2	99
Arabinose	2.9	2.8	334	20.7	101
Rhamnose	4.1	2.9	332	22.9	100
Maltose	2.9	3.8	390	21.3	102.5
Lactose	2.9	2.8	376	22.8	99
Mannitole	3.0	3.7	337	20.2	101.5

2. *L. bulgaricus*

Aussi mêmes résultats sont obtenu par la cellule intacte de *L. bulgaricus*, c'est-à-dire, du gaz carbonique dégagé et essai-témoin de V. P. augmentent avec l'addition des glucose, fructose, et mannose au pyruvate. Dans cet cas, additions des gluconate, 2-cétogluconate, 5-cétogluconate et sucrose, on ne découvert pas cet effet par la formation d'acétoïne. On voit ici dégagement du gaz carbonique dans la Figure 3.

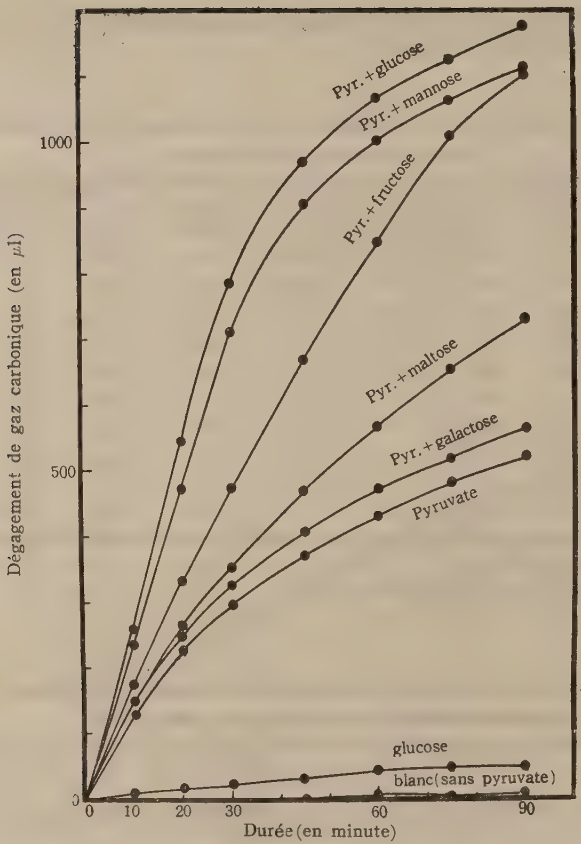


Figure 3 Dégagement de gaz carbonique à pyruvate avec glucides par *L. bulgaricus*. (cellule intacte)
D'azote de cellule = 0.990 mg/fiole

Les résultats sont illustré dans le Tableau 4 et donné dans le Tableau 5.

Tableau 4 L'effet des glucides dans le métabolisme de pyruvate par *L. bulgaricus*. (intacte)

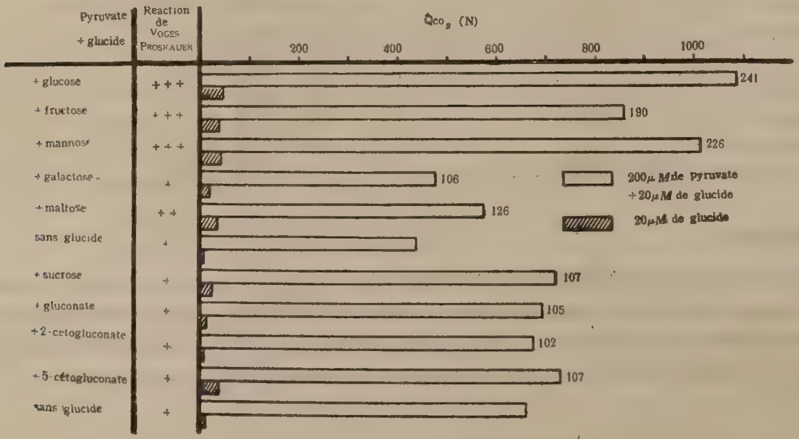


Tableau 5 Effet des glucides dans le dégagement de gaz carbonique par *L. bulgaricus*. (Intact)
(D'azote de cellule=0.990 mg/fiole)

Durée d'intervalle (min.)	Dégagement de CO_2 à pyruvate plus (μl)					Durée (min.)	Rapport d'augmentation de CO_2 (%)			
	+ Glucose	+ Fructose	+ Mannose	+ Maltose	Sans glucide		+ Glucose	+ Frucose	+ Mannose	+ Maltose
0~10	261	178	236	150	134	10	192	130	174	111.5
10~20	284	156	237	113	92	20	237	144	206	113
20~30	248	144	241	91	69	30	264	157	237	116
30~40	140	130	150	90	50	45	255	174	237	121
40~50	85	120	80	70	40					
50~60	60	120	60	60	40	60	241	190	226	126
60~70	40	100	45	55	30	75	229	204	214	130
70~80	40	100	40	55	30					
80~90	30	60	25	55	30	90	220	206	207	134

3. *Leuc. mesenteroides*

Dans la cellule de *Leuc. mesenteroides*, une bacille d'hetérolactique, la dégagement du gaz carbonique est observé quand on l'ajoute glucose dans le mélange de réaction de pyruvate par cellule intacte et aussi sèche. Les mêmes résultats sont obtenu avec fructose, maltose, et sucrose; mais avec mannose, galactose, lactose, et xylose, on ne détecte pas les mêmes effets. Le résultat est montré dans le Tableau 6.

Tableau 6 Effet des glucides dans le métabolisme de pyruvate par *Leuc. mesenteroides*
(D'azote de cellule intacte=0.977 mg/fiole: sèche=1.524 mg/fiole)

Substrate	Cellule intacte						Cellule sèche					
	Sans pyruvate (A)		Avec pyruvate (B)			B−A/P (%)	Sans pyruvate (A)		Avec pyruvate (B)			B−A/P (%)
	Q_{CO_2}(N)	Q_{O_2}(N)	Q_{CO_2}(N)	Q_{O_2}(N)	V.P.	Q_{CO_2}(N)	Q_{CO_2}(N)	Q_{O_2}(N)	Q_{CO_2}(N)	Q_{O_2}(N)	V.P.	Q_{CO_2}(N)
——	2.9	1.8	306	92.8	+	(100)	1.3	0.1	120	13.5	+	(100)
Glucose	378	250	903	111	+	173—179	38.1	21.9	344	12.0	+	250—262
Fructose	353	239	905	95.8	+	181—189	69.4	14.4	245	13.1	+	147—150
Mannose	316	208	680	80.2	+	112—119	11.1	6.9	139	14.0	+	107—110
Galactose	15.8	14.8	312	87.3	+	97—103	6.2	2.4	127	14.3	+	104
Maltose	427	309	1028	90.3	+	173—196	32.9	19.5	270	12.6	+	193—203

Cette augmentation du gaz carbonique par addition de glucose est dû à la nouvelle dismutation de pyruvate et gluconate comme montré par *L. fermentum*, car la quantité d'acétoïne formée ne change pas dans tous les cas.

DISCUSSION ET CONCLUSION

La formation d'acétoïne par les microorganismes a fait l'objet des travaux nombreux. Dans le cas de culture, d'abord WAPOLE (1910)[22] a mis en évidence une transformation en 2,3-butanediole, qui avait été l'ajouté comme seul aliment carboné de milieu, d'acétoïne par *A. aerogenes* en aérobiose. Chez *B. proteus*, LEMOIGNE (1923)[9] a obtenu un accroissement de 2,3-butanediole en milieu de glucose-péptoné, et puis l'augmentation d'acétoïne aux dépens du 2,3-butanediole formé. WERKMAN (1930)[25] a observé cette formation en milieu de 2,3-butanediole par *Aerobacter*. MICHELSON et WERKMAN (1938)[11], STAHLEY et WERKMAN (1942)[21] aussi même par *A. polymyxa* ont montré.

Par addition de bleu de méthylène aux cultures des bactéries, 2,3-butanediole formé à glucose a été oxydé en acétoïne, par *A. indologenes* de WOOD et WERKMAN (1942)[18], par *A. aerogenes* de PARESTSKY et WERKMAN (1947)[17].

Aux travaux signalés par lactobacilli, il convient d'ajouter ceux de MILLER *et col.* (1947)[12], qui ont

étudié cette formation aux dépens de pyruvate par *St. faecalis*, 10Cl, dans le cas de l'addition d'arsenite; Chez même bactérie, de CAMPBELLE et GUNSALUS (1944)[3] qui a montré la formation d'acétoïne dans la fermentation de citrate.

D'ailleurs, par cellules bactériennes, la production d'acétoïne chez *St. faecalis*, et *St. liquéfaciens* par DAVIS (1939)[4], chez *A. aerogenes* par SILVERMAN et WERKMAN (1941)[20], chez *Cl. acétobutylicum* par WILLSON *et col.* (1927)[26], chez *Staphyllococcus aureus* par WATT et KRAMPITZ (1947)[24], et WATT (1949)[23], chez *B. subtilis* par LEMOIGNE *et col.* (1949)[10] sont été montré.

La pH optimale est 5.5 ~ 6.0 de *St. faecalis*[5]; 5.5 ~ 5.7 de *Leuc. mesenteroides*[1]; 4.6 en aérobiose, 3.7 en anaérobiose de *L. arabinosus*[13,15]; 3.9 de *L. plantarum*[19]; 5.9 d'*A. aerogenes*[7]. Si POF a été diminué dans la cellule, accumulation d'acétoïne en glucose a été démontré par cellule intacte de *St. faecalis*[16]. Tout d'abord KITAHARA (1949)[8] a observé que la dégagement de gaz carbonique aux dépens de pyruvate a été augmenté par addition de glucose dans le suspension de cellule brute de *L. plantarum*. Puis la même observation par ROWATT (1951)[19] a été démontré chez même bactérie. Ensuite, NOSSAL (1951)[14] a montré que la dégagement du gaz carbonique par addition des Cl_2Mn, ClK et aussi glucose par *L. arabinosus*, *17-5*, de même rèsultat par BLANCHARD (1950)[2] a été montré.

L'exposé de NOSSAL, qui a prouvé aussi que fructose a été la même effet par la formation d'acétoïne, mais effet de fructose a été moins faible environ une demi que celui de glucose, est un seul travail sur effet de autre glucides outre glucose.

Puis NOSSAL[15] a démontré qu'on n'a pourvu découverter l'effet de glucose par les suspensions des cellules vieilles et sèches de *L. arabinosus*, *17-5*. MOAT et LICHSTEIN (1953)[13] a découverté que cette activité a été remarquablement augmenté quand on a l'incubé la suspension de cellule intacte avec glucose.

Dans les plusieures résultats sur cet effet de glucose par lactobacilli, on n'expérime pas l'effet d'autre glucides. Et, sur ce méchanisme de l'effet de glucose, KITAHARA (1949) propose la réaction suivante par *L. plantarum*.

Glucose + 2 pyruvate = 2 lactate + acétoïne + 2 CO_2

Au contraire, NOSSAL[14] et autre auteurs[19] ont démontré que cet effet de glucose est catalitique.

Dans ce travail presenté, j'observa le même résultat chez *L. bulgaricus* aussi chez *L. plantarum* par manométrique. Outre glucose, je montrai que les mêmes effets des glucides que cellui de glucose dans les cas des additions des fructose, mannose, et maltose, mais donc je ne pouvais expliquer pas sur cet effet.

Remerciements

Je suis heureux d'exprimer ici ma reconnaissance au M. Professeur H. KATAGIRI, Faculté d'agriculture, Kyoto Université, de leur suggestions et des facilités de travail qu'il m'a donné. Aussi je remercie vivement Professeur T. KUROKAMI, et Professeur K. KATAKURA.

ZUSAMMENFASSUNG

Wässrige Suspensionen von Zellen des *L. plantarum* und *L. bulgaricus* zerlegten Brenztraubensäure sehr schnell mit einer CO_2-Bildung und einer Acetoin-Bildung auf die folgende Gleichung.

$$2\ CH_3 \cdot CO \cdot COOH \longrightarrow CH_3 \cdot CO \cdot CHOH \cdot CH_3 + 2\ CO_2$$

Während der Zusatz der Glukose von Pyruvate-Zellen-Mischung mit dieser Homo-Milchsäurebakterien brachtet die Zunahmen der Entstehung der CO_2 und Acetoin hervor, und die gleichen Effekte waren mit den Zusatze der Fruktose, Mannose, und Maltose beobachtet. Aber Galaktose, Laktose, Xylose, Arabinose, Rhamnose, Glukonsäure, 2-Ketoglukonsäure, und 5-Ketoglukonsäure hatten keine Effekte auf die Acetoin-bildung.

Dagegen mit getrocknete Zellen, Zusatz der alle dieser Zucker ziegten keine Effekte mehr von Acetoin- und CO_2-Bildungen.

Anderseits mit der Zellen von *Leuc. mesenteroides*, eine Hetero-Milchsäurebakterie, die Zusatze der Glu-

kose, Fruktose, und Maltose ziegten die Zunahmen der Entstehungen der CO_2, aber die Erzeugung des Acetoin noch immer nicht veränderte.

Literatures

(1) BECKHORN, E. J.: *Dissertation*, Cornell Univ. (1948).

(2) BLANCHARD, M, L., KORKES, S., del CAMPILLO, A., OCHOA, S.: Function of biotin in the metabolism of *Lactobacillus arabinosus*. *J. Biol. Chem.*, **187**, 875 (1950).

(3) CAMPBELL, J. J. R., GUNSALUS, I. C.: Citric acid fermentation by streptoccocci and lactobacilli. *J. Bacteriol.*, **48**, 71-76 (1944).

(4) DAVIS, J. G., ROGERS, H. J., THIEL, C. C.: Production of diacetyl by faecal streptococci. *Nature*, **143**, 558 (1939).

(5) DOLIN, M. I., GUNSALUS, I. C.: Pyruvic acid metabolism. II. An acetoin-forming enzymes system in *Streptococcus faecalis*. *J. Bacteriol.*, **62**, 199-214 (1951).

(6) EGGLETONE, P. E., ELSDEN, S. R., GOUGH, N.: The estimation of creatine and diacetyl. *Biochem. J.*, **37**, 526-529 (1943).

(7) HAPPOLD, F. C., SPENCER, C. P.: The enzyme formation of acetylmethylcarbinol and related compounds. *Biochim. biophys. acta*, **8**, 543-556 (1952).

(8) KITAHARA, K.: Studies on the enzymes of lactic acid bacteria. IV. Decomposition of pyruvic acid by lactic acid bacteria. *J. Ferment. Technol.*, (醱工) **27**, 94-97 (1949). (en japonais).

(9) LEMOIGNE, M. C. R.: *C. .r soc. biol.*, **88**, 467 (1923).

(10) LEMOIGNE, M. C. R., HOOREMAN, M., CROSON, M.: Recherches sur la formation d'acétoïne aux dépens de l'acide pyruvate et l'éthanal par *Bacillus subtilis*. *Ann. l'inst. Pasteur*, **76**, 303-313 (1949).

(11) MICHELSON, M., WERKMAN, C. H.: *J. Bacteriol.*, **36**, 67 (1938).

(12) MILLER, A. K., CAMPBELL, J. J. R., GUNSALUS, I. C.: Pyruvic acid metabolism of streptococci. *J. Bacteriol.*, **54**, 22 (1947).

(13) MOAT, A.G., LICHSTEIN, H .C.: Factors affecting the formation of acetymethylcarbinol by *Lactobacillus arabinosus*. *J. Bacteriol.*, **66**, 324-327 (1953).

(14) NOSSAL, P. M.: Acetoin formation from pyruvate in *Lactobacillus arabinosus*. *Biochem. J.*, **49**, xliv (1951).

(15) NOSSAL, P. M.: The effect of glucose and potassium on the metabolism of pyruvate in *Lactobacillus arabinosus*. *ibid.*, **50**, 591-596 (1952).

(16) O'KANE, D. J.: Influence of pyruvate oxidation factor on the oxidation metabolism of glucose by *Streptococcus faecalis*. *J. Bacteriol.*, **60**, 449-458 (1950).

(17) PARESTSKY, D., WERKMAN, C. H.: The conversion of 2,3-butylene glycol to acetylmethylcarbinol in bacterial fermentations. *Arch. Biochem.*, **14**, 11-16 (1947).

(18) PARESTSKY, D., WOOD, H. G., WERKMAN, C. H.: J. *Bacteriol.*, **44**, 257 (1942).

(19) ROWATT, E.: The metabolism of pyruvate by *Lactobacillus plantarum*. *Biochem. J.*, **49**, 453-462 (1951).

(20) SILVERMAN, M., WERKMAN, C. H.: The formation of acetylmethylcarbinol from pyruvic acid by a bacterial enzyme preparation. *J. Biol. Chem.*, **138**, 35-48 (1941).

(21) STAHLEY, G. L., WERKMAN, C. H.: *Biochem. J.*, **36**, 575 (1942).

(22) WAPOLE, G. S.: *Proc. Roy. Soc.*, (London) **83B**, 272 (1910).

(23) WATT, D. D., *Iowa State Coll. J. Soc.*, **24**, 118 (1949).

(24) WATT, D. D., KRAMPITZ, L. O.: α-Acetolactic acid, an intermediate in acetylmethylcarbinol formation. *Federation Proc.*, **6**, 301 (1947).

(25) WERKMAN, C. H.: *J. Bacteriol.*, **20**, 121(1930).

(26) WILSON, P. W., PETERSON, W. H., FRED, E. B.: *J. Biol. Chem.*, **74**, 495 (1927).

(27) YAMANAKA, K.: Pyruvic metabolism by lactic acid bacteria. II. Dismutation of sugars and pyruvate by *L. fermentum*. *J. Agr. Chem. Soc. Japan*, (農化) **30**, 269-274 (1956). (en japonais).

(28) YAMANAKA, K.: III. On the effect of glucose to homo-type of lactic acid bacteria. *ibid.*, **30**, 274-277 (1956). (en japonais).

乳酸菌のピルビン酸及び糖類の代謝に関する研究

III ホモ乳酸菌におけるグルコースの効果について

(2) 糖類の効果に関する二，三の考察

山中 啓

第3報[28]で，ホモ乳酸菌のうち *L. bulgaricus*, *L. casei* について，これらの菌のピルビン酸代謝にグルコース添加の顕著な効果を認めたが，これはアセトインの生成を増加させることについて報告した．更に引続いてホモ乳酸菌の *L. plantarum*, *L. bulgaricus* の麦汁より得られる菌体におけるピルビン酸代謝に及ぼす糖類の効果について考察した．

L. plantarum の生菌体では，グルコース，フラクトース，マンノース，マルトースをピルビン酸と共に添加すると，発生 CO_2 が著しく増加し，Voges-Proskauer 反応 (V.P.) も又増大した．しかしガラクトース，ラクトース，キシロース，アラビノース，ラムノースをピルビン酸と共に作用させても，発生 CO_2, V.P. 反応共に変化が認められなかった．

L. bulgaricus の生菌体では，グルコース，フラクトース，マンノースの添加で，ピルビン酸よりの発生 CO_2 及び V.P. 反応は共に増加し，マルトースではその効果がややすくなかった．しかしガラクトース，シュークロース，グルコン酸，2-ケトグルコン酸，5-ケトグルコン酸では，発生 CO_2, V.P. 反応共に変化が認められなかった．

この結果よりこれら糖類の効果はいずれも発生 CO_2 の増加と V.P. 反応が比例するので，アセトインの生成を増加させるものであろう．しかしペントース，グルコン酸，ガラクトース等は全く効果がない．又効果のあった糖のうち，その CO_2 の増加を時間的にみると，グルコースとマンノースでは同一の型を示し，その添加初期の効果が著しい．フラクトースでは時間と共に増加し，マルトースも同じ型に属する．

更にこれらの効果のあった糖類も乾燥菌体に加えた時には全く効果を認めることが出来なかったので，この効果は細胞膜の透過に関係しているものか，又は透過後の代謝に関係しているものと考えられる．

しかしヘテロ乳酸菌の *Leuc. mesenteroides* では，生菌体，乾燥菌体共に，グルコース，フラクトース，マルトース，シュークロースの添加により発生 CO_2 の増加が認められた．しかし V.P. 反応は糖の添加にかかわらず全く同一であった．この菌ではマンノース，ガラクトース，ラクトース，キシロースでは CO_2 の増加はなかった．このことからヘテロ乳酸菌では，第2報[27]で *L. fermentum* について認めた共軛反応が行われるものと考えられ，他方ホモ乳酸菌では糖類を添加するとアセトインの生成が増加すると考えられる．

STUDIES ON PYRUVATE AND CARBOHYDRATE METABOLISMS BY LACTIC ACID BACTERIA

IV. Analysis of Dismutation by *L. fermentum*

Kei YAMANAKA (Laboratory of Technical Microbiology)

(Received January 8, 1957)

The applicability to bacteria of the EMBDEN-MEYERHOF (E. M.) scheme of carbohydrate dissimilation has been investigated by many workers. Since WARBURG(1) in 1931 demonstrated the occurrence of so-called "*Zuischenferment*," namely glucose-6-phosphate (G-6-P) dehydrogenase in yeast, its importance in aerobic dissimilation of carbohydrate has been increased greatly. As it was elucidated that a number of bacteria had the ability to oxidize G-6-P, so the new schemes for hexose oxidation were proposed besides E. M. scheme.

For example, glucose fermentation by lactic acid bacteria occurs by at least two different routes. Homolactic species, the streptococci and homolactobacilli, convert hexose to lactate by the E. M. pathway. In contrast, fermentation of hexose by heterolactic organisms (*Leuconostoc* and *Lactobacilli*) is characterized by the equimolar formation of lactate, ethanol and carbon dioxide. GUNSALUS and GIBBS (1952)(2,3) obtained the result of isotopic analysis with C_{14} labelled glucose by *Leuc. mesenteroides*, by *Leuc. dextranicum*, *L. fermenti*, and *L. pentoaceticus*(4). Fermentation of glucose-1-C_{14} and glucose-3, 4-C_{14} revealed that carbon 1 of glucose appears as carbon dioxide, and carbon 2 as methyl group of ethanol. Furthermore, it was free from aldolase(5) but contained G-6-P dehydrogenase(6,7) and 6-phosphogluconate (6-PG) dehydrogenase(8) in *Leuc. mesenteroides*. From these results, it is proposed that glucose may be decomposed via so-called an aerobic hexose monophosphate pathway. Although the demonstration of enzymes and unknown intermediates belong to such oxidative scheme by heterolactic acid bacteria are as yet incomplete.

A new dismutation of gluconate (glucose) and pyruvate by *L. fermentum* has been presented in a previous paper(9). In such experiments, metabolic gas change was measured with a WARBURG manometer, while analyses of aliquote were carried out in other macro experiments thus it was difficult to compare these data for different manner.

In this paper, gaseous metabolism measured with a WARBURG manometer and analyzed metabolites in this vessel of WARBURG in order to define further exactly, and several conditions of colorimetric determinations for pyruvate, lactate, diacetyl (DAC) and acetylmethylcarbinol (AMC) were described.

Materials and Methods

Culture *L. fermentum*, a hetero-fermenter, has been used throughout the experiments. The organism, grown in 3 L of malt extract (4~6 % as sugar content) with 4 % of $CaCO_3$ for 40 hours at 37°C, was harvested by centrifuge. After washing the bacteria cells by distilled water for twice, the wet cell pellets were dried over $CaCl_2$ under reduced pressure.

Manometric procedures Manometric experiments were carried out by conventional WARBURG technique, as described in a previous paper(10). Oxygen uptake and CO_2 evolution were measured at 37°C according to the procedures described by UMBREIT, BURRIS and STAUFFER(11). The reaction mixture was incubated for 60 or 90 min, at which period reaction was stopped by tipping of 0.2 ml of 20 % trichloracetic acid (TCA) from 2nd side arm, and then the amount of liberated CO_2 was read. No CO_2 retention was observed in endogeneous and in the case of sugar added only. Reaction mixtures were removed and vessels were washed by 1 ml of 5% TCA for three times, reaction mixtures and washings were combined

and deproteinized by cetrifugation. Aliquots were assayed as described below. Recoveries of metabolites from vessel of WARBURG, were 90 and 96.9～98.3% without and with washing three times by 5% TCA, respectively.

Determinations For the determination of pyruvate, the method of FRIEDEMANN and HAUGEN(12) was used. Standard of pyruvate was estimated by the method of CLIFT-COOK(13). Hydrazone of pyruvate formed was extracted by 8 ml of xylene instead of by toluene, coloured with NaOH, 5 ml of 1.5 *N* replaced by 2 ml of 4 *N*. DAC and AMC were identified both by VOGES-PROSKAUER reaction(14) and by formation of nickel-dimethylglyoxime, determined by the method as described by WHITE and KRAMPITZ(15), and that of EGGLETON *et al.*(16). The former method was less sensitive than the latter. For standard of these methods, DAC from Wako Co. was distilled and estimated by the method of VAN NIEL(17). Distillate from one or two ml of aliquot was collected in five to ten ml, then one or two ml of this distillate was used for determination. AMC was determined as DAC, distilled by oxidation with addition of 20 ml of 20% $FeCl_3$ solution, amounts of AMC was calculated from total amounts of DAC and amounts of free DAC. Results for recovery of DAC for distillation was shown in Table 1.

Table 1 Recovery of diacetyl by distillation

Time of distillation (min)	Volume of distillate (ml)	DAC found (μg)	Recovery of DAC (%)
4	5	214	87.4
10	10	244	99.8
15–16	20	250	102

DAC was used 245.2 μg in each cases.

DAC was easily recovered by distillation for 10 min completely. For these two methods, pyruvate did not interfere within 2000 μg, and glucose also did not affect within 2500 μg, even when added to each DAC solution after distillation. For VOGES-PROSKAUER (V. P.) reaction, aliquots were used without TCA or with 10% metaphosphoric acid, while this reaction was interfered by TCA to form a blue colour. For the method of EGGLETON *et al.*, effect of time for colouring, was tested under 20～25°C. The same colour densities were obtained between 10～20 min after alkaline α-naphthol solution was added. Lactate was determined by the method modified by BARKER and SUMMERSON(18). In this method, visualization was performed by 0.1 ml of *p*-hydroxydiphenyl and 0.05 ml of 4% $CuSO_4$. The optical densities obtained from 12.5 μg of lactate and 0.05 ml of 4% $CuSO_4$, with varied amounts of *p*-hydroxydiphenyl: 0.375 by 0.05 ml of *p*HDP, 0.41 by 0.1 ml and 0.405 by 0.15 ml, and colouring time at 30°C was 25 min. This time was not effected at 20～40 min whereby optical densities obtained 0.073 at 0 min. 0.434 at 15 min, 0.439 at 20 min, 0.437 at 30 min, and 0.436 at 40 min. However, in the presence of pyruvate, reproducible results could not be achieved with this original technique, especially in the case of small amount of lactic acid with large amount of pyruvic acid. Then several modifications of this pro-

Table 2 DAC determination as a function of time

Time (min)		5	10	20	30	40	60
Optical density	A	—	0.88	0.875	0.870	0.85	0.82
	B	0.320	0.321	0.322	0.312	0.312	—

By the method of EGGLETON *et al.*
A, S530 with Ito electrophotometer, DAC 25.8 μg.
B, at 530 mμ, with Shimadzu spectrophotometer, model QB50, DAC 14.0 μg.

Table 3 The effect of successive copper-lime treatments on the colour obtained with pyruvic acid samples

Pyruvic acid (μg/first 5 ml)	O. D. 570 mμ			
	Without treatment	(I) After one copper-lime treatment	(II) After two copper-lime treatment	(III) After three copper-lime treatment
20	0.097	0.036	—	—
50	0.215	0.036	0.023	0.018
100	0.440	0.061	0.022	0.018
200	0.890	0.064	0.035	0.027
400	—	0.074	0.038	0.032

(I) 4.7 ml of standard solution (containing 20 up to 400 μg of pyruvic acid)+0.3 ml of 20% $CuSO_4+Ca(OH)_2$. (II) 3 ml of supernatant solution from (I)+0.3 ml of 20% $CuSO_4+Ca(OH)_2$, which volume make to 5.0 ml. (III) 3 ml of supernatant solution from (II) another are same as II.
0.5 ml of supernatant solution are taken for analysis in each case, and optical densities are read at 570 mμ according to the method of BARKER and SUMMERSON.

cedure were made according to the technique described by HULLIN and NOBLE[19]. As seen in Table 3, copper-lime treatment was repeated for two or three times, whereby the value of colour development due to pyruvate became small and constant which may be deduced from the final optical density.

The absorption spectrum of the aldehyde-*p*-hydroxydiphenyl complex shows a sharp maximum at 570 mμ as illustrated by the following optical densities obtained from 8 μg of lactic acid under the conditions described above at wavelengths between 460 to 620 mμ: 460, 0.054; 480, 0.072; 500, 0.177; 520, 0.353; 530, 0.480; 540, 0.640; 550, 0.754; 560, 0.860; 565, 0.895; 570, 0.900; 580, 0.835; 590, 0.678; 600, 0.471; 610, 0.302; 620, 0.161. The absorption curve of alkaline 2, 4-dinitrophenylhydrazone of pyruvate shows also a sharp maximum at 450 mμ by the following optical densities obtained from 20.2 μg of pyuvic acid at wavelengths between 380 to 580 mμ: 380, 0.165; 400, 0.260; 420, 0422: 430, 0.482; 435, 0.503; 440, 0.520; 450, 0.528; 455, 0.520; 460, 0.508; 480, 0.408; 500. 0.367; 540, 0.335; 580, 0.235. And the absorption curve of DAC by the method of EGGLETON *et al.* shows following optical densities obtained from 22.4 μg of DAC at wavelengths between 320 to 600 mμ: 320, 0.287; 340, 0.266; 360, 0.285; 380, 0.269; 400, 0.215; 420, 0.192; 440, 0.190: 460, 0.236; 480, 0.367; 500, 0.539; 520, 0.642; 525, 0.642; 530, 0.642; 535, 0.638: 540, 0.622; 560, 0.448; 580, 0.158; 600, 0.007.

To determine colorimetric, by S480, at 450 mμ for pyruvate, by S530, at 530 mμ for DAC and AMC, and by S580, at 570 mμ for lactate were used with electric photometer and with Shimadzu spectrophotometer, model QB50, respectively.

Pentose was detected by the BIAL's reaction introduced by MEJBAUM, as given in UMBREIT, BURRIS and STAUFFER[11]. Nitrogen content of cells was determined by the method of micro-KJEHLDAHL.

Results and Discussions

I. Dismutation with Intact Cells

It is evident in Fig. 1 that glucose and gluconate are dissimilated by intact cells grown in malt extract, and the respiratory quotient values (R.Q.) for glucose and gluconate are 1.14 and 1.89, respectively.

Since the formation of lactic acid is recognized both from glucose and gluconate and the yield of CO_2 for gluconate is greater than that for glucose, so the R. Q. value for gluconate is as great about two times as that for glucose, it is therefore suggested that the glucose is fermented by this organism via some scheme containing gluconate or its derivatives as inter-

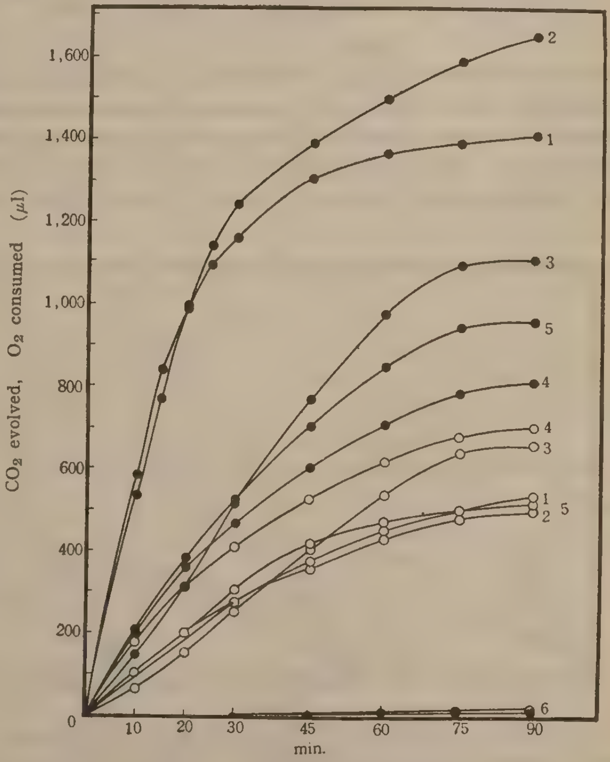


Fig. 1 Gaseous metabolism of dismutation by intact cells.
●——● CO_2 evolved, ○——○ O_2 consumed
1. Pyruvate 50 μM+glucose 40 μM, 2. Pyruvate 50 μM+gluconate 40 μM, 3. Pyruvate 50 μM, 4. Glucose 40 μM, 5. Gluconate 40 μM, 6. Endogeneous

Table 4 Analysis of dismutation of pyruvate and glucose by intact cells.

	I (with glucose)		II (without glucose)	III (without pyruvate)	IV (endogeneous)
Substrate					
Pyruvate (μM)	50.85	Effect of	50.85	0	0
Glucose (μM)	40	glucose	0	40	0
Pyruvate removed (μM)	48.6	+35.0	13.56	—	—
CO_2 evolved (μM)	42.2	+28.2	14.0	9.25	0.1
O_2 consumed (μM)	13.2	+11.1	2.1	8.25	0.1
DAC formed (μM)	0.15	+ 0.15	} 0.13	0	0
AMC formed (μM)	0.96	+ 0.83		0	0
Lactate formed (μM)	21.0	+21.0	0	3.37	0
BIAL's test	+		—	±	—
R. Q.	3.20		6.67	1.12	1.0
C-Recovery*	122		33.0	—	—

Reaction period, 90 min, and N content of cell per cup was 0.′6 mg.
*C-Recorvery is expressed by following equation.

$$\text{C-Recovery }(\%)=\frac{2\times(\text{DAC}+\text{AMC}+O_2)+\frac{1}{2}\text{lactate}}{\text{pyruvate removed}}\times 100$$

mediates oxidatively. Pyruvate is also readily oxidized to acetate in aerobically by pyruvic oxidase of this organism as already shown in a previous paper(10). As seen in Table 4, small amounts of DAC and AMC from pyruvate are obtained, identified by the formation of Ni-dimethylglyoxime, and by the VOGES-PROSKAUER reaction, after distillation with and without 20% $FeCl_3$.

In addition, Fig. 1 also indicated the remarkable increase of carbon dioxide evolution from the mixture of pyruvate and glucose or gluconate, whereas O_2 consumption was a little decreased. A result of this reaction by intact cells is shown in Table 4. Lactic acid which occure in this reaction was identified by paper chromatography. the sample were developped by ascending chromatograph using BuOH : acetic : H_2O (4:1:2) as solvent, and visualizing the spots with BPB-ethanol solution. From Table 4, the increased amounts of CO_2 production from glucose and pyruvate is 28.2 μM, that of pyruvate removed is 35.0 μM, and the formation of lactate is 21.0 μM, while the formation of both DAC and AMC are increased slightly. In general, it is unable to expect to obtain a typical result by intact cells, while glucose added as a sole substate is degraded by intact cells, so details of this reaction will be elucidated by dried cells.

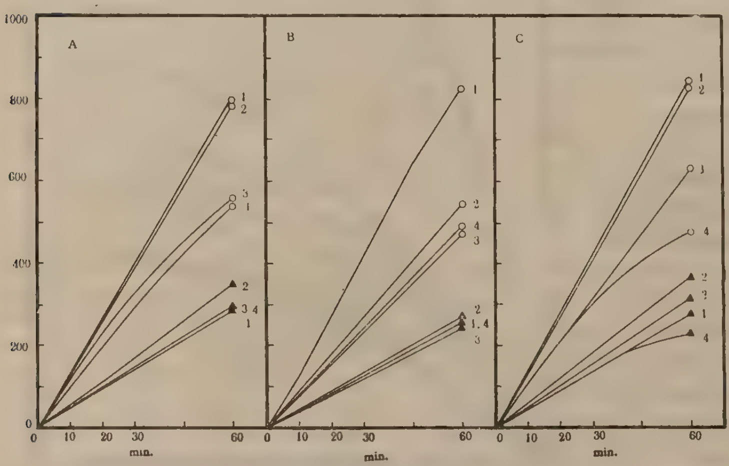


Fig. 2 Gaseous metabolisms of dismutation by dried cells.
—○ CO_2 evolved, —▲ O_2 consumed

A. 1. Pyruvate 50 μM +glucose 20 μM, 2. Pyr. 50 μM+fructose 20 μM, 3. Pyr. 50μM+galactose 20 μM.
B. 1. Pyruvate 50 μM+maltose 20 μM, 2. Pyr. 50 μM+sucrose 20 μM, 3. Pyr. 50 μM+lactose 20 μM.
C. 1. Pyruvate 50 μM+gluconate 20 μM, 2. Pyr. 50 μM+mannose 20 μM, 3. Pyr. 50 μM+xylose 20 μM, 4. Pyruvate 50 μM.

2. Dismutation with Dried Cells

The similar gaseous metabolism is observed with dried cells as given in Fig. 2, and the effect of adding various sugars on CO_2 production from pyruvate and sugars is listed in Table 5.

As noted previously(9) the additions of glucose, fructose, mannose, maltose, and glu-

Table 5 Effect of sugars on CO_2 production in dismutation system.

	µl in 60 min		increased ratio (%)	
	CO_2	O_2	CO_2	O_2
Pyruvate	580–640	260–295	100	100
+glucose	840	290	132	98
+fructose	850	350	133	118
+mannose	910	370	157	125
+galactose	640	300	100	101
+xylose	700	315	121	108
+maltose	860	255	148	99
+sucrose	640	275	110	106
+lactose	560	245	96	95
+gluconate	945	280	163	107

conate to pyruvate rise the accelerative evolution of CO_2, although no effective results are ever obtained with galactose, sucrose, lactose, and xylose. The analytical details of these reactions are presented in Tables 6a-6c.

In experiment with pyruvate and glucose in Table 6a, the amounts of pyruvate removed, CO_2 produced, and lactate formed in the presence of glucose were 38.6 μM, 33.0 μM, and 30.18 μM, respectively; the amounts in the corresponding control run, in which glucose

Table 6 Dismutation of pyruvate and various sugars by dried cells.
(Reaction period, 60 min, cell used, 15 mg per cups)

a. With glucose, fructose, and galactose

	I (+glucose)		II (+fructose)		III (+galactose)		IV (without sugar)
Substrate		Effect of glucose		Effect of frutose		Effect of galactose	
Pyruvate	45.2		45.2		45.2		45.2
Sugar	20		20		20		0
Pyruvate removed	38.6	+13.1	35.8	+10.4	23.2	− 2.3	25.5
CO_2 evolved	33.0	+ 7.9	33.4	+ 8.3	25.2	+ 0.1	25.1
O_2 comsumed	11.3	− 0.3	13.7	+ 2.1	11.7	+ 0.1	11.6
DAC formed	0.20	+ 0.03	0.12	− 0.05	0.17	0	0.17
AMC formed	0.47	+ 0.03	0.33	− 0.11	0.24	− 0.20	0.44
Lactate formed	30.18	+30.18	17.94	+17.94	1.49	+ 1.49	0
Bial's test	⧺		+		±		−
R. Q.	2.92		2.44		2.15		2.16
C-Recovery (%)	101		104		107.5		96.0

b. With maltose, sucrose, and lactose

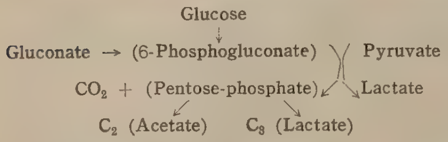
	I (+maltose)		II (+sucrose)		III (+lactose)		IV (without sugar)
Substrate		Effect of maltose		Effect of sucrose		Effect of lactose	
Pyruvate	45.9		45.9		45.9		45.9
Sugar	20		20		20		0
Pyruvate removed	39.5	+18.2	22.9	+ 1.6	18.5	− 2.7	21.3
CO_2 evolved	34.0	+11.1	25.1	+ 2.2	22.0	− 0.9	22.9
O_2 consumed	10.1	− 0.1	10.8	+ 0.6	9.7	− 0.5	10.2
DAC formed	0.24	+ 0.10	0.12	− 0.02	0.13	− 0.01	0.14
AMC formed	0.70	+ 0.28	0.32	− 0.10	0.29	− 0.13	0.42
Lactate formed	33.9	+ 33.9	0	0	0	0	0
Bial's test	⧺		±∼−		−		−
R. Q.	3.36		2.32		2.28		2.25
C-Recovery	86.4		98.3		109		110.8

c. With gluconate, mannose, and xylose

	I (+gluconate)		II (+mannose)		III (+xylose)		IV (without sugar)
Substrate		Effect of gluconate		Effect of mannose		Effect of xylose	
Pyruvate	49.9		49.9		49.9		49.9
Sugar	20		20		20		0
Pyruvate removed	37.7	+10.9	39.11	+12.3	30.2	+ 3.3	26.9
CO_2 evolved	37.1	+14.3	35.8	+13.0	27.4	+ 4.6	22.8
O_2 consumed	11.0	+ 2.0	14.1	+ 5.6	12.5	+ 3.5	9.0
DAC formed	0.24	+ 0.07	0.07	− 0.10	0.25	+ 0.08	0.17
AMC formed	0.81	+ 0.16	0.39	− 0.26	0.76	+ 0.11	0.65
Lactate formed	19.33	+19.33	13.87	+13.87	2.70	+ 2.70	0
BIAL's test	++		++				−
R. Q.	3.38		2.45		2.21		2.54
C-Recovery	89.4		94.8		93.8		73.2

was omitted, were 25.5 μM, 25.1 μM, and 0 μM, so the respective increased amounts of pyruvate removed, CO_2 produced, and lactate formed caused by the addition of glucose were 13.1 μM, 7.9 μM, and 30.18 μM, respectively. As is shown in Tables 6a–6c, the reaction proceeded rapidly to a stable end-point, so the postulated unknown intermediate in the dismutation system was rapidly degraded below the stage of acetate and lactate under the condition used. In agreement with the macro experiments in the previous paper[9], details of the dismutation were elucidated more exclusively from the fact that the ratio of increases of CO_2 evolved, pyruvate removed, and lactate formed was nearly 1:1:2.

One may then suggest logically the following over-all sequence for this dismutation by *L. fermentum*.



This sequence of reaction would yield that above mentioned ratio is 1:1:2. Since the observed ratios are 1.0:0.6:2.3 with glucose, 1.0:1.3:1.78 with gluconate, it can be concluded that this data fit this sequence. The present data do not permit to decide this sequence more definitely, however, HORECKER and SMYRNIOTIS[21)–22)] have reported the following equations using 6PG and lactic dehydrogenases from yeast.

$$6PG + TPN^+ \rightarrow \text{ribulose-5-phosphate} + TPNH + H^+ + CO_2 \quad \ldots\ldots (1)$$

$$TPNH + H^+ + \text{pyruvate} \rightarrow \text{lactate} \quad \ldots\ldots (2)$$

Sum (1) + (2) 6-Phosphogluconate + pyruvate → ribulose-5-phosphate + lactate + CO_2

Since the fermentation did not go to completion, it is not unlikely that appreciable quantities of intermediates accumulate, so to establish the nature of the intermediate products and ultimately to evaluate the significance of the pathway in carbohydrate metabolism by *L. fermentum*, detection of pentose expected as an end product of this dismutation reaction was undertaken in these aliqouts, so it was equally positive in which dismutation was proceeded. In contract, in other aliquots in which dismutation was never observed, it was scarecely detected by BIAL's reaction. Evidence has been presented, however, that a ketopentose-phosphate is the substance actually split by *L. pentosus* into C_3 and C_2 units[23], so a ketopentose phosphate is probably expected as the end product for this dismutation system from phosphorylated gluconate, also as compared with the data of yeast enzymes by HORECKER and SMYRNIOTIS. As already mentioned, this unknown intermediate will be rapidly degraded to a stable end products, namely acetate and lactate, so the formation of ketopentose phosphate which is expected to accumulate will be the subject of the succeeding paper.

On the basis of these considerations, it is suggested that ketopentose phosphate is a product of this dismutation system by *L. fermentum*, and that its formation may be initial step in the degradation sequence of 6PG.

Summary

The new dismutation of pyruvate and gluconate by *L. fermentum*, a hetero-type of lactic acid bacteria, was mentioned in a previous paper[9]. In that paper, in order to elucidate this reaction, two different methods were employed, that of the manometry for gaseous metabolism, and of the macro oscillation for analyzing metabolites except gases.

This paper dealed a quantitative analysis for aliquots of vessels of WARBURG, and several considerations for the conditions of colorimetric determinations of DAC, AMC, and lactate, especially for lactate determination of sample contaminated with a large amount of pyruvate (see in Table 3).

The similar results for dismutation of pyruvate was obtained with glucose, fructose, mannose, maltose, and gluconate, so the ratio of increases of pyruvate removed, CO_2 evolved, and lactate formed was 1:1:2. In these cases, DAC anc AMC were little increased. In contrast, the cells did not catalyze similar dismutation with galactose, sucrose, lactose, and xylose. Moreover, by using the BIAL'S reaction, pentose was detected only in the cases when dismutations were observed. This substance which react with orcinol might be a pentose phosphate (unpublished).

The significance of this dismutation and the formation of pentose phosphate in the fermentation of hexose by *L. fermentum* was discussed.

Acknowledgement

The author wishes to express his gratitude to Prof. H. KATAGIRI, Kyôto University for his continued interest and encouragement. He also would like to thank Prof. T. KUROKAMI for his helpful advise, and Prof. K. KATAKURA and Prof. S. KAWAMURA for many valuable suggestions and for use of technical equipments.

Bibliography

(1) WARBRUG, O., CHRISTIAN, W.: *Biochem. Z.*, **238**, 131 (1931); **242**, 206 (1931).

(2) GIBBS, M., DEMOSS, R. D.: A new mechanism of ethanol formation in the heterolactic fermentation. *Federation Proc.*, **10**, 189 (1951).

(3) GUNSALUS, I. C., GIBBS, M.: The heterolactic fermentation. II. Position of C_{14} in the products of glucose dissimilation by *Leuconostoc mesenteroides. J. Biol. Chem.*, **194**, 871-875 (1952).

(4) GIBBS, M., SOKATCH, J. T., GUNSALUS, I. C.: Product labelling of glucose-1-C_{14} fermentation by homofermentative and heterofermentative lactic acid bacteria. *J. Bacteriol.*, **70**, 572-576(1955).

(5) DEMOSS, R. D., BARD, R. C., GUNSALUS, I. C.: The mechanism of the heterolactic fermentation. A new route of ethanol formation. *J. Bacteriol.*, **62**, 499-511 (1951).

(6) DEMOSS, R. D., GUNSALUS. I. C., BARD, R. C.: New diphosphopyridine nucleotide-linked dehydrogenases in *Leuconostoc mesenteroides. Bact. Proc.*, 125 (1951).

(7) DEMOSS, R. D., GUNSALUS, I. C., BARD, R. C.: A glucose-6-phosphate dehydrogenase in *Leuconostoc mesenteroides. J. Bacteriol.*, **66**, 10-16 (1953).

(8) DEMOSS, R. D., GIBBS, M.: 6-Phosphogluconate dehydrogenase from *Leuconostoc mesenteroides. J. Bacteriol.*, **70**, 730-734 (1955).

(9) YAMANAKA, K.: Studies on pyruvate metabolism by lactic acid bacteria. II. Dismutation system of sugars and pyruvate by *L. fermentum*. (in Japanese). *J. Agr. Chem. Soc. Japan*, (農化), **30**, 269-274(1956).

(10) YAMANAKA. K.: On pyruvic oxidase. (in Japanese) *This Bulletin*, (香川農大学術報告), **7**,

71-80 (1955).

(11) UMBREIT, W. W., BURRIS, R. H., STAUFFER, J. F.: Manometric Techniques and Tissue Metabolism, (1951).

(12) FRIEDEMANN, T. E., HAUGEN, G. E.: Pyruvic acid: II. The determination of keto acid in blood and urine. *J. Biol. Chem.*, **147**, 415-442 (1943).

(13) CLIFT, E. P., COOK, R. P.: *Biochem. J.*, **26**, 1788 (1932).

(14) HELPRIN, J. J., SULLIVAN, M. X.: The production of acetylmethylcarbinol by *Aerobacter* from a variety of carbon sources in a synthetic medium. *J. Bacteriol.*, **67**, 90-93 (1954).

(15) WHITE, A. G. C., KRAMPITZ, L. O., WERKMAN, C. H.: Method for the direct determination of diacetyl in tissue and bacterial filtrates. *Arch. Biochem.*, **9**, 229-234 (1946).

(16) EGGLETON, P., ELSDEN, S. R., GOUGH, N.: The estimation of creatine and diacetyl. *Biochem. J.*, **37**, 526-529 (1943).

(17) VAN NIEL. C. B.: Notiz über die quautitative Bestimmung von Diacetyl und Acetylmethylcarbinol. *Biochem. Z.*, **187**, 472-478 (1927).

(18) BARKER, S. B., SUMMERSON, W. H.: The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *J. Biol. Chem.*, **138**, 535-554 (1941).

(19) HULLIN, R. H., NOBLE, R. L.: The determination of lactic acid in microgram quantities. *Biochem. J.*, **55**, 289-291 (1953).

(20) HORECKER, B. L., SMYRNIOTIS, P. Z.: The enzymatic production of ribose-5-phosphate from 6-phosphogluconate. *Arch. Biochem.*, **29**, 232-233 (1950).

(21) HORECKER, B. L., SMYRNIOTIS, P. Z.: Phosphogluconic dehydrogenase from yeast. *J. Biol. Chem.*, **193**, 371-381 (1951).

(22) HORECKER, B. L., SMYRNIOTIS, P. Z., SEEGMILLER, J. E.: The enzymatic conversion of 6-phosphogluconate to ribulose-5-phosphate and ribose-5-phosphate. *ibid.*, **193**, 383-396 (1951).

(23) GEST, H., LAMPEN, J. O.: Fermentation of 1-C^{14}-D-xylose by *Lactobacillus pentosus*. *ibid*, **194**, 555-562 (1952).

乳酸菌によるピルビン酸及び糖類の代謝に関する研究

IV *L. fermentum* による共軛反応の分析

山　中　　　啓

既に第２報[9]にて，*L. fermentum* によるグルコン酸とピルビン酸との共軛反応を見出し，その結果を報告した．そのさい，アセトイン及びジアセチルを重量法で定量したために，検圧計の反応液を分析することが不可能であった．そのために CO_2 及び O_2 についてのみ検圧計で測定し，反応の分析は別に20倍の scale で振盪実験を行ったものについて，ピルビン酸，醋酸，乳酸，アセトイン，ジアセチルを定量し，両者の結果を比較した．今回この不備を補足するために、アセトイン，ジアセチルの比色定量法を行い，検圧計についての分析が可能になった．更に他の比色定量法の条件も併せて検討し，特に多量のピルビン酸の残存する場合の乳酸の定量値を正確に求める方法を検討した．又醋酸はこれでは定量出来ないが，既にこの菌の pyruvic oxidase[10] について述べているので，吸収 O_2 をもって算出した．

その結果，第２報の結果と一致し，グルコース，フラクトース，マンノース．マルトース，グルコン酸はピルビン酸と共軛反応を行い，いずれの場合にも，消費ピルビン酸:CO_2:生成乳酸＝1:1:2 となった．アセトイン，ジアセチルの変化は僅少であった．又ガラクトース，シュークロース，ラクトース，キシロースではこの結果が得られなかった．更にこれら共軛反応を示した場合に BIAL 反応が陽性になり，これはペントースである（未発表）ことから，この菌の解糖について若干の考察を行った．

Erwinia carotovora の生産するペクチン分解酵素について

穴 吹 吉 夫

On some properties of pectic enzymes secreted by *Erwinia carotovora*

Yoshio ANABUKI (Laboratory of Technical Microbiology)

(Received January 16, 1957)

ペクチン分解酵素は現在 polygalacturonase, protopectinase, pectase の三種に大別されて考えられている. 植物の軟腐は主として軟腐病菌の生産するペクチン分解酵素に基くものとされているが, polygalacturonase と protopectinase を分別して実験されてはいない[1-3]. 梶及び著者[4,5]は *Cl. felsineum* var. *sikokianum* の生産するペクチン分解酵素の分離精製について報告し, 梶[6]は醱酵精練に於いては maceration enzyme が中葉のペクチンに最初に作用して水に不溶性のペクチン酸塩を可溶性のペクチンに分解せしめ解繊作用を行うと報告している. 著者は *Erwinia carotovora* の生産するペクチン分解酵素の単離精製を目的として二, 三の実験を行ったのでその大要を報告する.

実験及び結果

I 使用細菌 本学内藤教授の好意により分譲された *Erwinia carotovora* の一株を使用した.

II 酵素作用力の測定方法 *Erwinia* 属細菌の polygalacturonase について小沢[3]は還元力の増加に比して粘度低下の急激な所謂液化型の polygalacturonase であると報告している. 著者も還元力の増加を測定する方法は採用しなかった. OSTWALD の粘度計を使用し作用液の落下速度を 25°C にて測定し, WEBER, DEUEL[7]の分解数Aを次式より算出し表示した.

$$A=\frac{T_a-T}{T_a-T_0}\times 100$$

T_a: 不活性化した酵素液を配合した作用液の落下速度 (秒)

T : 酵素液を配合した作用液の落下速度 (秒)

T_0: 基質を含有せず水に酵素液を加えた液の落下速度 (秒)

作用液の配合割合は次の通りにした. 基質は NORRIS, RESCH[8] の方法により調製したペクチン酸を使用した.

基質 1% ペクチン酸溶液	2.5cc
McILVAINE 緩衝液 (pH 6.0)	1.5cc
酵素液+蒸溜水	3.0cc

作用液は37°Cに1時間保持した後その粘度低下を測定した.

Protopectinase は馬鈴薯切片 (1cm×1cm 厚さ1mm) 及び雁皮白皮 (1cm×1cm) に作用せしめた. 配合割合は次のごとくにした.

馬鈴薯切片又は雁皮白皮	1片
McILVAINE 緩衝液 (pH 6.0)	0.5cc
酵素液+蒸溜水	2.5cc
Toluol	3滴

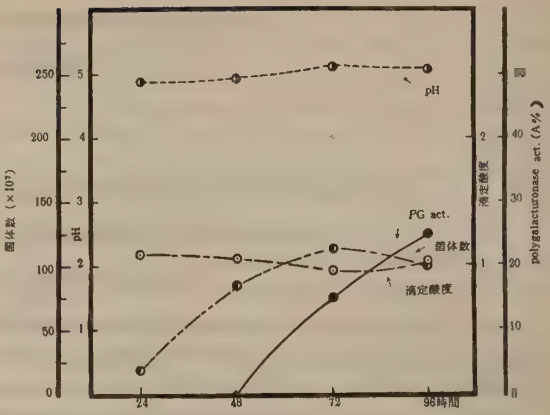
配合液を37°Cに20時間作用せしめ切片を水中に取出し分解度を比較して, 完全に分解したものを卌, 作用力の微弱なるものを±, その間を卌, 卌, 卄, +にて表示した.

III 培養基組成と酵素作用力 味付醤油寒天培養基上に24時間培養したものから1白金耳量を釣り採り bouillon 液 50ccに接種し, 24時間培養した液を種菌とした. 250cc の三角フラスコに次の四種の培養液50ccを作製し, 種菌5cc宛接種した.

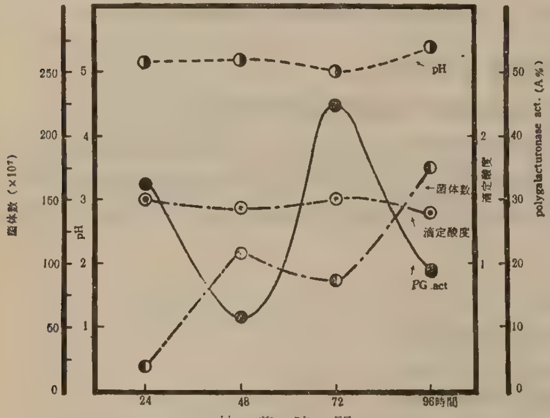
1. Bouillon glucose
2. Bouillon pectin
3. 0.72% KNO_3 0.2% K_2HPO_4 glucose
4. 0.72% KNO_3 0.2% K_2HPO_4 pectin

基本培養基として bouillon 液及び 0.72% KNO_3 0.2% K_2HPO_4 液を用い，これに 0.2% glucose 又は pectin を加え炭素源の影響を調べた．培養温度は 30°C で行い，24，48，72，96時間培養して分析に供した．結果は第1～4図の通りである．

PHの測定は東洋沪紙製pH試験紙を用い，滴定酸度は醗酵液10ccを中和するに要する$N/_{10}$NaOHの cc数により，菌体数は醗酵液 1 cc の中の細菌数によって表示した．細菌のペクチン分解酵素のうち protopectinase は適応酵素であり，polygalacturonase の液化型は構成酵素，糖化型は適



第1図 酵素作用力と繁殖状況
(Bouillon glucose)



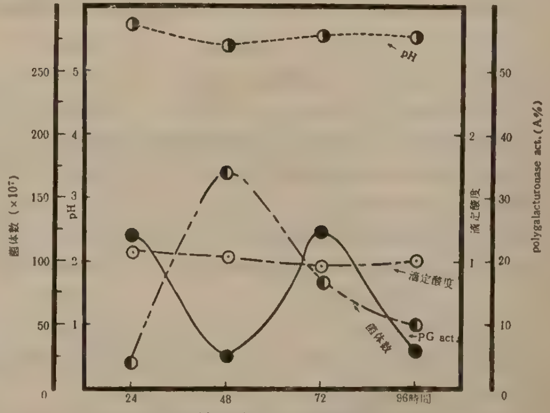
第2図 酵素作用力と繁殖状況
(Buillon pectin)

応的であると報告している[9]．第1～4図によれば *Erwinia carotovora* の生産する液化型 polygalacturonase の作用は菌体数に殆んど差のない24時間培養に於いて顕著な差異を生じて pectic acid に対して適応的な性質を示した．PH 及び滴定酸度は初期より 96時間培養に於いても大差なかった．

IV イオン交換樹脂に対する吸着性

Talbays [10] は *Bact. aroideae* の polygalacturonaseが樹脂に吸着されることを報告し，梶[6]，梶及び著者[4,5] は Amberlite IRC-50 及び Duolite CS 101 を使用して *Cl. felsineum* var. *sikokianum* の polygalacturonase と maceration enzyme を分離している．著者は Duolite CS-101 を用いて *Erwinia carotovora* の polygalacturonase 及び protopectinase の吸着及び溶出を試みた．樹脂を Hirs, Stein, Moore[11] の方法により 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0 に緩衝化した樹脂及び H-form, Na-form をおのおの 10cc 宛を用い III の実験にて検討した培養基のうち 0.72% KNO_3 0.29% K_2HPO_4 0.2% pectin にて 24時間培養し遠沈した上澄液を 130cc宛 sv=6 で通過させ酵素を吸着せしめた．酵素を吸着した樹脂は 0.3N アンモニヤ水にて 3 分間溶出し溶出液を20時間5°Cにて透析し酵素作用力を測定した．結果は第5図及び第1表の通りである．

Erwinia carotovora の生産する液化型polygalac-



第3図 酵素作用力と繁殖状況
(0.72%KNO_3, 0.2%K_2HPO_4, glucose)

第1表 通過液及び溶出液の protopectinase 作用力

	通過液		溶出液	
	雁皮に対する作用*1	馬鈴薯に対する作用*2	雁皮に対する作用*1	馬鈴薯に対する作用*2
H-form	+	++++	−	++++
5.0	++～+++	++++	−	++++
6.0	++～+++	+++～++++	−	++++
7.0	+	++++	−	+～++
8.0	+	++++	−	+++～++++
9.0	+	++++	−	++～++++
Na-form	++	++++	−	±
遠沈液	+++	++++	++	++++
対照	−	−	−	−

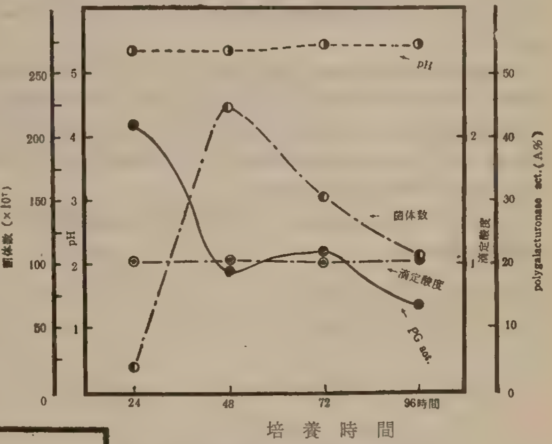
*1 酵素液 1.0cc を使用
*2 酵素液 0.1cc を使用

原液及び通過液の polygalacturonase 作用力は次の通りであった．

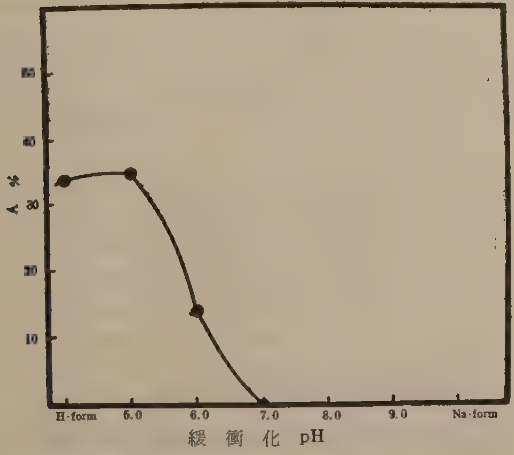
	A%
原液	80.0
H-form 通過液	31.6

turonase は樹脂の緩衝化が pH=6.0より酸性側で吸着され，pH=7.0よりアルカリ性になると吸着及び溶出が行われない．

Protopectinase は pH=7.0 よりアルカリ性側に於いても吸着及び溶出が行われる．即ち protopectinase は polygalacturonase よりも広い範囲の pH 値に於いて吸着及び溶出が行われるようであり樹脂の種類，緩衝化の程度等の条件を選択することにより梶[(6)]が*Cl. felsineum* var. *sikokianum* について成功したごとく両酵素の分離が可能であると推測される．



第4図 酵素作用力と繁殖状況
(0.72% KNO_3 0.2%K_2HPO_4 pectin)



第5図 溶出液の polygalacturonase 作用力

要 旨

1. *Erwinia carotovora* の液化型 polygalacturonase は pectic acid に対して適応的であった．

2. Duolite CS-101 に対する液化型 polygalacturonase の吸着及び溶出は樹脂の緩衝化が pH=6.0 より酸性側に於いて行われ pH=7.0 よりアルカリ性側では行われない．

3. Protopectinase は樹脂の緩衝化が pH=7.0 よりアルカリ性側に於いても吸着及び溶出が行われる．

4. *Erwinia carotovora* の polygalacturonase と protopectinase の分離の可能性を指摘した．

最後に終始御懇篤なる御指導を賜った本学梶教授に深甚なる謝意を表する．又菌株を御恵与下さった本学

内藤教授に厚く感謝する.

文　献

(1) 赤井，大石：*Forsch. Gebiet Pflanzenkrankheiten*, V, 57 (1954).

(2) 赤井，大石：*ibid.*, V, 15 (1955).

(3) 小沢：農学研究，**42**，42 (1955).

(4) 梶，穴吹：農化，**29**，775 (1955).

(5) 梶，穴吹：香川農大学報，**7**，222 (1956).

(6) 梶：*Bull. Agr. Chem. Soc. Japan*, **20**，8 (1956).

(7) WEBER, F., DEUEL, H.：*Trav. chim. aliment. hyg.*, **36**，368 (1945).

(8) NORRIS, F. W., RESCH, C. F.：*Biochem. J.*, **31**, 1945, (1937).

(9) 梶，穴吹：香川農大学報，**7**，67 (1955).

(10) TALBAYS, P. W.：*Nature*, **166**，1077 (1950).

(11) HIRS, C. H. W., STEIN, W. H. MOORE, S.：*J. Biol. Chem.*, **200**，493 (1953).

Résumé

In this paper, the author studied on the production of liquefying polygalacturonase by *Erwinia carotovora*, and on some behaviors of the pectic enzymes of this bacteria on the ion exchange resin, Duolite CS-101.

The activity of liquefying polygalacturonase was increased remarkably, when pectin was added to the culture media as carbon source, therefore it was suggested that the production of this enzyme would be adaptive.

Using the ion exchange resin, Duolite CS-101, for the purpose of separationof of liquefying polygalacturonase and protopectinase, the following results were obtained.

The liquefying polygalacturonase was never adsorbed on the resin, CS-101, from Na-form to buffered resin at pH 7.0, while protopectinase was adsorbed on the same resin and was easily recovered in the eluate by 0.3 *N* ammonia solution.

From these observations, it will be able to separate two enzymes by the ion-exchange chromatography on Duolite CS-101.

柿果実の利用に関する研究

I ビニール袋に依る柿果脱渋，貯蔵試験

樽谷隆之，真部正敏

Studies on the utilization of persimmons (*Diospyros Kaki* LINN.)

I Experiments on removal of astringency and storage of persimmon fruits using vinyl bag.

Takayuki TARUTÀNI and Masatoshi MANABE
(Laboratory of Horticultural Products Technology)

(Received January 16, 1957)

I 緒言

柿果の脱渋は tannin cell 中に存在する shibuol ($C_{14}H_{20}O_9$) の不溶解性化に起因し[3,7,9]，人工的には空気を遮断し分子間呼吸を促進することに依り，柿果中に ethyl alcohol, acetaldehyde, acetone 等が生成し，これが shibuol を沈澱せしめるものと解されている[4−6,8,14]．湯抜・酒精抜・炭酸ガス抜等が広く実用化された人工脱渋法であるが，最近密封容器としてビニールが取扱並に経済上注目されて来た[10,11]．

我々はビニールの柔軟性を利用し，従来実施が困難であった密封状態を保持した儘柿果を随時取出す方法を考え，脱渋の経過，成分の消長を連続的に調べ，脱渋・貯蔵に対するビニールの特性を検討した．

本研究を施行するに当り，終始御懇篤な御指導と御校閲を賜った京都大学松本熊市博士に対し，茲に謹んで感謝の意を表す．

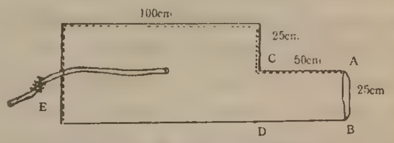
要旨は1956年10月8日福島市における日本園芸学会秋季大会で報告した．

II 実験材料及び方法

試料は本学果樹園栽植の碁盤柿を1954年11月26日採取し，即日実験に供した．本品種を選んだのは，本県に比較的に多く栽培されていること並びに脱渋が困難で果肉が軟化し難く，貯蔵性が高いという品種の特性が試料として適当であると考えられたからである．

実験に用いたビニール袋は，第1図に示すようなもので，高周波ミシンを二重に当てて袋とし，水で漏洩の無いことを確めた上供試した．

柿果は外部に開くA—Bの口より袋内に並べ，A—B・C—Dの二カ所を緊縛し密封する．Eは内部に通ずる径6mmのビニールパイプで，ガスの置換及び分析用ガスの採取に用いるものである．袋内の柿果はC—D・A—Bの結びを交互に開閉して取出す．



ビニールフィルム:厚さ0.1mm透明塩化ビニール

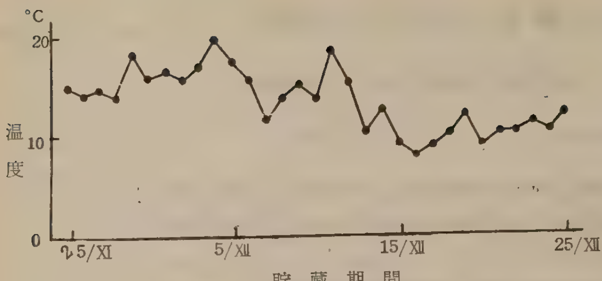
第1図 供試ビニール袋の形状

猶試験開始時，袋内のガス組成を変えた次のごとき六区とし，それぞれのガスの脱渋及び貯蔵に及ぼす影響を調べた．

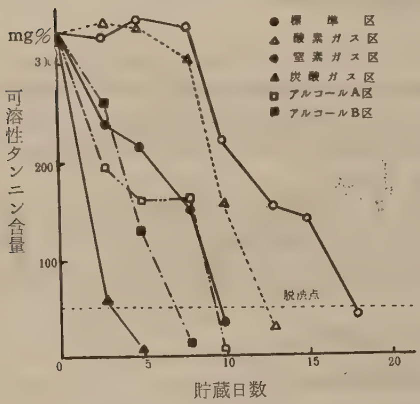
1. 標準区：通常空気
2. 炭酸ガス区：CO_2 78%
3. 窒素ガス区：N_2 96%
4. 酸素ガス区：O_2 88%
5. アルコールA区：空気・アルコール8cc/貫添加
6. アルコールB区：空気・アルコール16cc/貫添加

以上各区の柿果重量は2貫目，袋内ガス容量は8Lとした．

試験期間は1カ月，その間研究室南側の比較的温暖な場所に置いた．試験中の温度は第2図のごとくであった．



第２図　試験期間中の平均室温



第３図　柿果内可溶性タンニンの消長

Ⅲ 実験結果

1.　可溶性タンニンの消長

可溶性タンニンの含量を測定し，脱渋されて行く状態を調べた結果を第３図に示す．

タンニンの測定は LÖWENTHAL の 1/10 micro 法(13) に依ったが，既報(17) のごとくタンニンの抽出条件として，40°C, 30分が渋味の感覚と測定値が比較的良く比例するので，その方法で処理した．猶この際 50mg% 付近を大体脱渋点とみなすことが出来る．

供試品種である碁盤柿の当地方における人為脱渋法としては，普通樽抜で柿果１貫当りアルコール分として16cc前后添加し，10日前后で脱渋を完了させている．それを標準としてビニール袋に依る脱渋状態を比較した場合，アルコール分を半量に減じても，温度条件さえ注意すれば大体同期間で脱渋しており，脱渋容器としてビニール袋は充分その目的を達し得る．

次にビニール袋の柔軟性を利用し連続的に脱渋の経過を追求する方法に就ては最初の目的を一応果し，封入ガスと脱渋の経過との関係を明らかにし得た．

猶このビニール袋に依る連続測定法は，脱渋条件の検討のみにとどまらず，各種の密封貯蔵試験に応用し有力な手掛りとなり得るであろう．

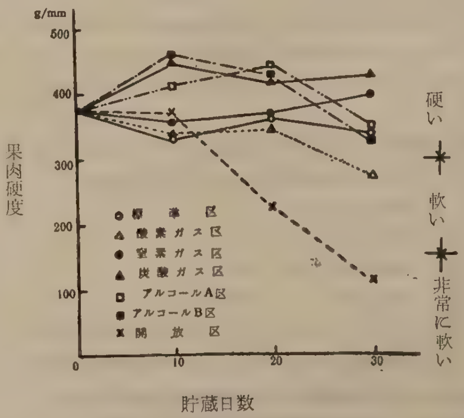
2.　脱渋並びに貯蔵中の果肉硬度の変化

脱渋に対する密封処理の効果を判定する場合，追熟軟化して脱渋したものでないことを確めなければならない．

筆者の一人（樽谷）が考案し(12, 16)，島津製作所で製品化した軟質物硬度測定装置を用い，果肉硬度の変化を貯蔵時期を追って測定した（第４図）．

測定は果実側面を四方より４カ所選定し，その部分の表皮を剝ぎ，1 mm 径の針が 15mm の深さ迄浸入するに要する加重力（g）で現わした．猶部分的傷害箇所は避けた．

本来この品種は貯蔵性が高く，当地方では密封し低温に置いて容易に翌年２月頃迄保存し得るので，主として旧正月をねらって貯蔵される場合が多い．開放状態では本成績でも判るごとく，漸次軟化し到底長期間健全に保持することは困難である．その際ビニールで密封した各区は非常に良く硬度を保持し，標準区が17～19日で脱渋し猶果肉硬度が高い処からして，軟熟に依るものでなく明らかに密封に依っての脱渋であるこ

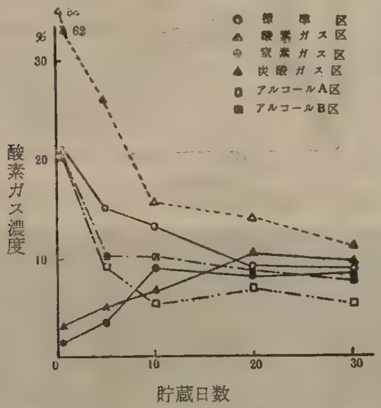


第４図　貯蔵中柿果肉硬度の変化

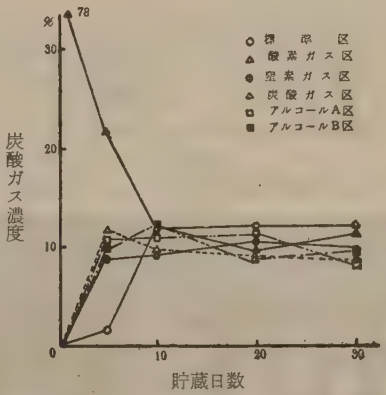
とが伺われる.

3. 袋内ガス組成の変化

脱渋は呼吸に関連して起るものであり，且柿果自身の呼吸に依り袋内のガス組成は刻々変化する. 結局柿果の置かれているガス環境と，脱渋とは密接な関係がある. 従って Orsat ガス分析装置で貯蔵期間中の袋内のガス組成の状態を測定した(第5，6図).



第5図 ビニール袋内酸素ガス組成量の消長



第6図 ビニール袋内炭酸ガス組成量の消長

従来脱渋或は貯蔵中の容器内ガス組成の変化に就ては調べられており，酸素の消費に伴い炭酸ガスが増加して来る経過も充分検討されれているが，概して炭酸ガス蓄積の度合の高いことを報告している. 本多等[2]は貯米缶（4石入）に横野柿を貯蔵し，30日目に63.3%，56日目には容器内炭酸ガス組成は70.1%に及んだという.

ビニール容器の場合も，酸素が減少し炭酸ガスが増加の傾向にあることは伺えるが，然し従来の容器と比べ，相当異った傾向のあることも認められた. 即ち炭酸ガス区を見た場合，貯蔵初期に炭酸ガスの組成割合は急激に減少し，反対に酸素のそれが増加している. 又酸素区では酸素の減少に対し炭酸ガスの組成割合がこれに伴わない. 猶全区いずれも貯蔵が長引くにつれて，炭酸ガス・酸素いずれも10%前後に落着いて来る傾向が見られた.

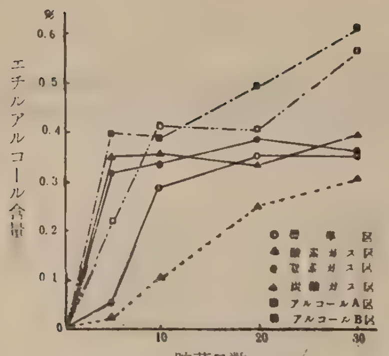
ただ注意すべきは，此処に挙げた成績は組成割合であって，ガスの絶対量を示しているのではないということである. この点が従来の成績と相当顕著な違いの出て来た原因であろう. ということはビニールの特性として柔軟であることに依り容積が自由に変化し，袋内のガス圧は常に外圧に等しい状態に保たれるので，特に水に良く溶ける性質の炭酸ガスは，柿果及びそれより蒸散した水滴に溶け込み，ガス組成としては低く出て来るものであろうことが予想される. このことは貯蔵初期に，炭酸ガス区の袋が目立って収縮して来るのが観察されたことからも推測された.

次に酸素ガス及び炭酸ガスがいずれも長期間に平均化して来ることに就ては，ビニールフィルムが，或程度ガスを透過する性質を有するということに関係しているのではなかろうか[1,25].

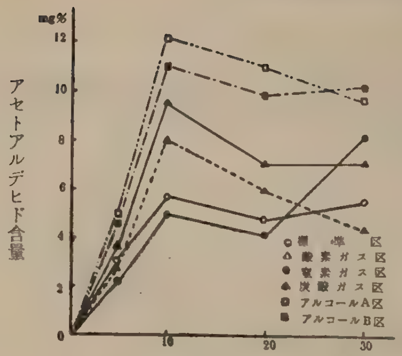
4. 柿果内エチルアルコール，アセトアルデヒドの消長

柿の脱渋が，果実内に生成されるエチルアルコール，アセトアルデヒド等に起因することは大体定説となっており，[4,5] 特に人為的に分子間呼吸を強制する環境に柿果を置けば，脱渋は促進される. 従って果実におけるそれ等成分の生成量を調べることに依り，柿果の置かれている生理状態を判断し得る. 本実験中それ等両者の消長は第7，8図のごとくであった. 猶エチルアルコールは NICLOUX 法，アセトアルデヒドは NEUBERG, GOTTSCHALK 法に依りそれぞれ測定した[4].

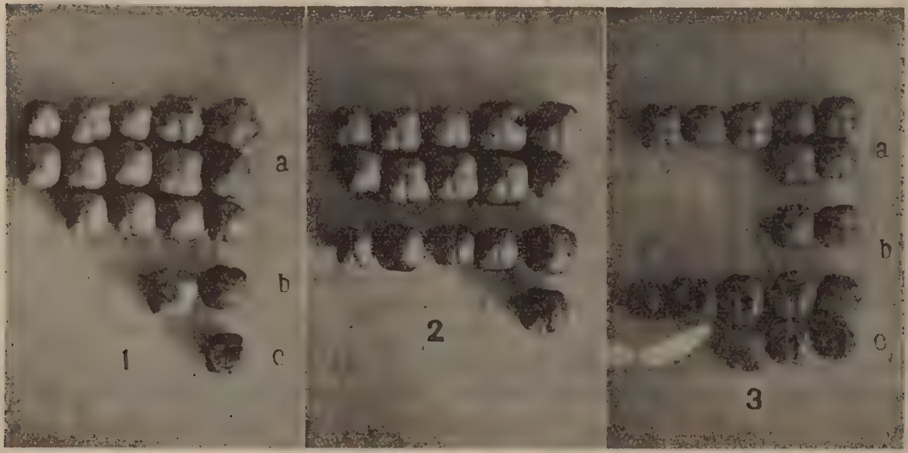
各試験区共貯蔵開始と共にそれ等生成量は増大し，特に初期の増加度合は顕著であった. 大体脱渋速度とそれ等生成量とは比例的関係にあることを再確認し得たが，アルコール添加区がいずれも測定値が高く，特に脱渋の速かな炭酸ガス区より出現量の大きいことからして. 添加したアルコールが直接果肉中に滲透し，分析値として出たものであろう. この場合果実内で生理的に生成されたものと，滲透したものとではタンニンの不溶解性化に対する作用力は多少異るのではなかろうか.



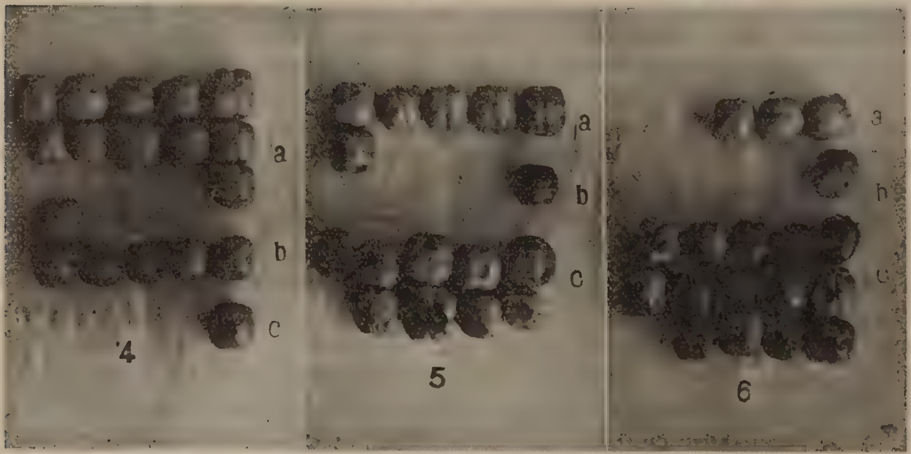
第7図 貯蔵中柿果内エチルアルコールの消長



第8図 貯蔵中柿果内アセトアルデヒドの消長



標準区　　酸素ガス区　　炭酸ガス区



窒素ガス区　　アルコールA区　　アルコールB区

註：a：健全果　b：生理的障碍果　c：腐敗果

第9図 貯蔵試験終了時に於ける各区の柿果の状態

どちらにしても，ビニール袋で密封することとに依り，柿果の分子間呼吸を相当強制することが裏付けられ，脱渋用容器として充分その目的を達し得る材料であることが証明された.

5. 開封結果

試験を一応1カ月で打切り，開封した時の状態を写真（第9図）及び第1表に示す.

糖，酸，水分等試験期間を通じその消長を測定したが，各区間に特に認め得べき差も無かったので，最終結果のみを掲げた.

従来試験されているごとく，脱渋，貯蔵に依り糖及び酸は明らかに減少して来る．商品的価値より見た不良果率（変質果，腐敗果）は大体脱渋の速度に反比例し，本試験では標準区が最も良い成績を示した．勿論品種，貯蔵期間，貯蔵温度等で一概には言い得ないが，渋柿を密封貯蔵する場合，異常生理を促進するがごとき，極端な炭酸ガス濃度或はアルコールの添加を避けなければならぬ.

第1表　ビニール袋に依る柿果脱渋，貯蔵后の開封結果

調査項目	貯蔵前	貯蔵后（30日目）					
		標準区	炭酸ガス区	窒素ガス区	酸素ガス区	アルコールA区	アルコールB区
不良果率 %	0	2.2	39.2	5.5	6.3	52.1	51.7
重量減少歩合 %	0	4.2	4.9	2.8	2.7	3.6	4.0
水分 %	82	83.5	83.6	82.7	82.5	83.4	83.0
全糖(グルコーズ換算)%	18.7	15.6	15.5	15.8	15.5	14.4	15.2
滴定酸度($N/_{10}$NaOH)cc	1.02	0.43	0.55	0.47	0.52	0.72	0.72

Ⅳ 考察

ビニールの柔軟性を利用し，従来殆んど試みられなかった密封に依る脱渋並びに貯蔵中，柿果が如何なる生理的経過をたどるかという点に就て明らかにする計画は一応その目的を達し，それぞれの項目に就て検討を加えたので，此処では本試験を通じて得た，柿果の脱渋並びに貯蔵用密封容器としての，ビニールの特性を総括的に振返ってみることにする．勿論実際の使用方法が大切となるが，既に二，三報告されたものもあるので(10,11,18)，此処では主としてビニールの特性を再検討するにとどめる.

先ず結論的に言って，ビニールはそれ等密封容器として種々の点で優れており，将来性の高い材料であると言える．即ち従来の容器に比し最も問題となる点は，柔軟であるということで，本試験で行ったごとき操作で，密封状態を保持した儘柿果を随時取出すことが出来るので，従来屡々失敗した脱渋終了時期の判定が確実化され得る．又外部より触って果肉状態も判る上に，更に透明のビニールを用い内部を透視すれば，柿果の刻々の状況を容易に且適確に摑み得るので，樽，缶等のめくら操作より開放される.

猶柔軟であるということは，温度，気圧等に依り容器が自在に伸縮し，容器内ガス圧が常に外圧に等しい状態に保持されることに依り，ガス洩れが起り難く，一方炭酸ガスが容易に果実内に溶け込み得るので，脱渋が一層促進されるようである．その点樽，缶等は相当密封を厳重にして置いても，特に昼夜温の差の甚だしい時は，内部ガス圧は正圧と負圧を繰返し，時に空気洩れに依り脱渋不完全という事態が起って来る.

その外嵩張らない，大きさ及び形状の選択の自由，密封操作が簡易，反復使用が可能等種々優れた特性を挙げることが出来る．ただ破れ易いという最大の欠点があり，併せて薄いものは透気性が強いので(1,15)，フィルムの厚さは少くとも0.1mm以上が望ましい.

又湿度の面で樽のごとく容器自体吸湿，透湿のあるものに比べ，ビニールは兎角過湿に陥り易いので，乾燥した木綿，藁，石灰等の吸湿材料を併用することの必要性を痛感した.

Ⅴ 摘要

柿果の脱渋並に貯蔵用容器としての，ビニール袋の実用性に就て検討し，その際袋内のガス組成を変え，それ等ガスの効果も併せて試験した.

(1) ビニール袋は柿の脱渋，貯蔵容器としての実用性は高い事が証明された．その際炭酸ガス或は適量のアルコールを封入すると，脱渋効果は一層顕著となる．袋内ガス組成を変えて調べた脱渋日数は，炭酸ガス区３～４日，アルコールＢ区５～６日，アルコールＡ区９～10日，酸素ガス区９～10日，及び無処理区17～19日であった．

(2) 貯蔵中，ビニール袋内のガス組成の変化を測定した結果，酸素並に炭酸ガスはいずれも貯蔵初期に顕著な変化を示すが，貯蔵10日以后は殆んど一定となり，貯蔵末期に至れば各処理区間の差も非常に小さくなり，酸素で５～11％，炭酸ガスで７～13％程度の開きであった．このような現象の起る原因に就ては充分説明し得る迄に至っていない．

(3) 貯蔵中，柿果内に生成されるエチルアルコール，アセトアルデヒドはいずれも貯蔵初期に急激な増加を示し，タンニンの不溶解性化にそれ等成分が関係していることが伺われた．

(4) 柿果内水分含量，重量の減少，果肉硬度等は貯蔵中あまり大きな変化を示さないが，全糖，酸は漸次減少して来る．

貯蔵30日后の腐敗果の状態は，試験区に依り相当顕著な差が現われ，炭酸ガス区，アルコール区に比べ無処理区が良い．それは炭酸ガス，アルコール等が生理的悪変を促進する為であろう．

VI 参考文献

(1) 古田守夫:加工技研誌，**2**，4 (1955)．

(2) 本多　昇，安井公一，岡崎光良:農及園，**27**，9 (1952)．

(3) Hume, H. H. : *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, (1913)．

(4) 掛下謹次郎:農及園，**5**，9 (1930)．

(5) ――――:農及園，**8**，2 (1933)．

(6) 駒沢利雄，内田　泉:加工技研誌，**3**，2 (1956)．

(7) Komatsu, S. et al. : *Mem. Cal. Soc. Kyoto Univ., Ser. A* **2**, 14 (1923)．

(8) 熊谷八十三，田崎桂一郎:農学会報，**236**，(1922)．

(9) 並川　功:農及園，**10**，1 (1935)．

(10) 前田　知:農及園，**27**，1 (1952)．

(11) ――――:農及園**29**，9 (1954)．

(12) 松本熊市，樽谷隆之:京大食研報告，**8**，(1952)．

(13) 奥田　東:植物栄養生理実験書，169，朝倉書店 (1953)．

(14) 白水　光:農及園，**10**，4 (1935)．

(15) 田村典夫:加工技研誌，**2**，1 (1955)．

(16) 樽谷隆之:園芸学会誌，**23**，1 (1954)．

(17) ――――，真部正敏:園芸学会講演，(1955)．

(18) 渡辺照夫，重田利夫:神奈川農試園芸分場研究報告，**4**，(1956)．

Résumé

This experiment was made to investigate the practical effect of the vinyl bag for removal of astringency and storage of persimmons (*Diospyros Kaki* Linn.). At the same time, effects of packed with various concentration and conbination of gas (O_2, CO_2, N_2 and EtOH) was also studied. The used vinyl bag showes in Fig. 1. The variety used in this experiment were Goban-kaki, and that was stored at room temperature for 30 days.

The results are summarized as follows.

(1) The practical effect of the vinyl bag was effective for the removal of astringency and storage of persimmons, and more effective for the removal of astringency when packed with CO_2 gas or adequate quantity of EtOH in bag.

The required days for the removal of astringency of that fruits stored in vinyl bag with various gas conditions was determined as follows.

3- 4 days : 78% CO_2, initial gas content in bag.

5- 6 days : Alcohol B, 16cc EtOH per 1 kan fruit are added.

8- 9 days : Alcohol A, 8cc EtOH per 1 kan fruit are added.

9-10 days : 96% N_2, initial gas content in bag.

9-10 days : 88% O_2, initial gas content in bag.

17-19 days : Control, air in bag.

(2) The concentrations of the O_2 and CO_2 gas in the vinyl bag were rapidly changed during early storage, but were almost constant after 10 days. Between various treatments, there was not so differented on gas concentration in bag at last storage period (O_2 5-11%, CO_2 7-13%), and though it could not yet

been explained.

(3) The contents of the ethyl alcohol and acetaldehyde in the fruits were increased rapidly during early storage, and judging from this experiment, the increased insoluble tannin affected remarkably by their formations in fruit tissues.

(4) During storage, the water content, loss of weight and hardness of fruits tissue were not greatly changed, and the total sugar and acid decreased gradually. The rot of stored fruits was more affected by various gas treatment under storage for 30 days, therefore the fruits which kept at non-treatment was rather good than that packed with CO_2 gas or alcohol vapor. It seems that these gas treatment were accelerated affectively for physiological damage on the fruit tissues for longer storage period.

稲の分蘗に関する研究

Ⅷ 日照度が稲の分蘗に及ぼす影響に就いて

深 城 貞 義

The investigation on the tillering of rice plant (*Oryza sativa*).

VIII. Upon the influence of the light-intensity on the tillering of rice plant.

Sadayoshi FUKAKI

(Laboratory of Plant Physiology and Ecology)

(Received January 8, 1957)

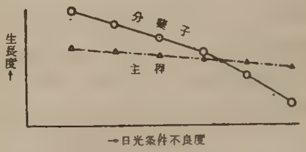
Ⅰ 緒 言

稲の栽培においてその分蘗を適当にさせるということが非常に重要問題であることは今更喋々を要しない[1]. 著者は分蘗研究の最初（1927年）において分蘗を徒らに増大させても無駄が多くて却って肥料が不経済になる. そこで増収の見地からは分蘗を大ならしめるような条件を与うることは必ずしも有利でなく，分蘗を適度に制限する必要を認めたが分蘗を適度に制御する方法について攻究するに至らずして，止むを得ない事情のため，研究を一時中断したのである. 最近[3]稲の分蘗と環境との関係についての研究を行い，主稈と分蘗子との環境不良化に対する敏感度の相違に由来する両者の生長曲線の相違に着目することによって，該問題解決に少なからざる示唆を与えるものなることが認められたので，茲に之を報告することとする.

尚，本研究遂行中種々助言を賜わった九大名誉教授細顧理一郎博士に対し深甚の謝意を表わす.

Ⅱ 主稈と分蘗子の不良日光条件に由来する生長曲線の相違

第１図は不良日光条件の影響に由来せる生長経過の表われであって，該曲線は水稲の環境と分蘗との関係の実験から論議的に誘導せるものであるが[3]今日光と分蘗子との関係の実験においてその真相が聊か明白にされたので，次にその実験概要を記す.



第１図 水稲の主稈と分蘗子の不良日光条件の敏感度の相違に由来する生長曲線の相違

Ⅲ 実験材料及実験方法

（ａ）実験材料　　水稲香川35号

（ｂ）実験方法　　分蘗制限を目的とする一つの不良外的条件として日照度を採用した. 日照度の制限は蚊帳布地を木框に覆って次記の６段階に日照度を保つようにした.

日 照 度　100%（標準区），82%，73%，65%，42%，25%

日照度処理の時期　(i) 分蘗初期，(ii) 分蘗途中処理，(iii) 全分蘗期間中処理.

処理後分蘗の上に及ぼす影響を乾量，粉末比重，分蘗数等につき主稈及び分蘗次位別に調べた.

尚1956年度において此種の実験と大体類似の実験を苗齢を異にせる苗（苗齢４段階）に就いて実験した（一鉢４株宛３組の実験）.

Ⅳ 実 験 結 果

（ａ）分蘗初期処理結果

分蘗初期（原基成生の株）処理の結果は第１，２表の通りで，日照度の減少に従って明白に２次分蘗数の出現は抑圧されている。

（１）香川県立農科大学植物生理生態学研究室業績第10号

殊に1号分蘖の2次分蘖のごときは日照度に応じてその抑制は非常に明白に表われている．その原基及葉鞘内に潜在せる分蘖も多少の日照度制限によって直ちに鋭敏にその伸長が抑圧されることは明かに認められる．

第1表　分蘖初期（主稈及1号，2号分蘖子出現の株について）に日照度制限框を覆蓋せる結果　　2週間覆蓋

日照度 ＼ 分蘖記号		0	1	11	12	13	2	21	22	3	4	5
No.1	100	1	1.0	1.0	1.0	0.7	1.0	0.7	0	1.0	0.7	0.3
No.2	65	1	1.0	1.0	0.7	0	1.0	0.3	0.3	0.7	0	0
No.3	42	1	1.0	0.3	0	0	1.0	0	0	0	0	0
No.4	25	1	1.0	0	0	0	1.0	0	0	0	0	0

（11, 12, 13：2次分蘖　21, 22：2次分蘖）

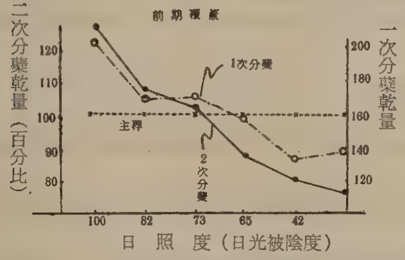
第2表　日照度低下が高次分蘖数の上に及ぼす影響　前期覆蓋結果

日照度 ＼ 分蘖記号	1号2次	2号2次	3号2次	4号2次	3次
100	3	2	1.3	0.3	0.7
82	2.7	1.7	1.0	1.0	0
73	2.7	2	1.0	1.0	0
65	2.7	1.7	1.0	1.0	0
42	2.3	1.3	0.3	0.3	0
25	1.3	1.7	0	0	0

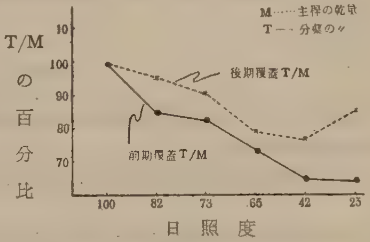
b　分蘖の途中覆蓋結果

分蘖前期及後期覆蓋結果を対照して見ることは一層有意義である．分蘖数の点については日照度制限に応じて漸次減少している（第2図）．乾量の点について前期及び後期の結果（第3図）を対照して見るにT/M（主稈に対する分蘖の乾量の比）の曲線は前期覆蓋のものにおいて著しい減少を示していることは不良条件下にては一層分蘖を抑圧することを意味している．

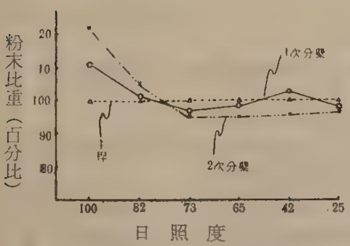
尚前期覆蓋（第2図参照）結果によれば分蘖の乾量は第一次分蘖よりも第2次分蘖において一層著しい逓減を示している．



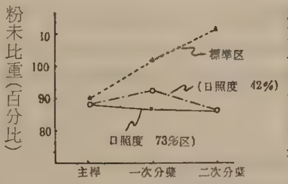
第2図　日照度低下につれて分蘖の乾量の急低下を示す（一次分蘖出現後開始）



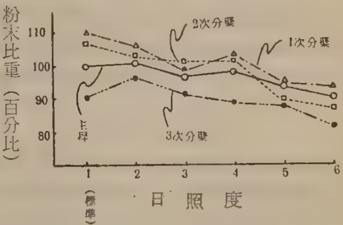
第3図　日照度逓減が稲の分蘖及び主稈の乾量の上に及ぼす影響



第4図　日照度が分蘖の粉末比重の上に及ぼす影響（分蘖前期覆蓋）



第5図　日照度が分蘖の粉末比重の上に及ぼす影響．2次分蘖の低下に注意

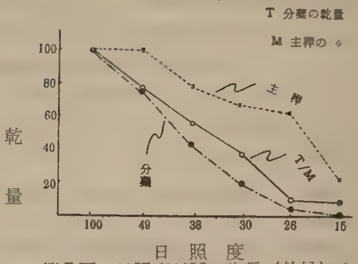


第6図　日照度低下による稲の分蘖の粉末比重の低下を示す（分蘖後期覆蓋）

粉末比重について見ると（第4，5図）主稈よりも分蘖の粉末比重，尚一次分蘖よりも二次分蘖のそれは一層低下している．後期覆蓋実験結果（第6図）によれは一次及び二次分蘖よりも三次分蘖の比重は著しく低下している．

（C）全分蘖期間覆蓋結果

この種の実験は多数あるがその中で一例を挙げると第7図の通りで主稈及び分蘖の乾量共に日照度制限に伴って乾量は逓減している．就中分蘖の低下は著しい．而してその T/M の比の曲線においても急傾斜を示していることは分蘖に対する抑圧が甚しいことを明白に示している．要するに a，b，c の3種実験結果について考察すると不良日光条件を与えれば常に生長の抑圧は主稈よりも一層分蘖に対して著しいことが証せられた訳である．



第7図　日照度が稲の生長（乾量）の上に及ぼす影響

考　　　察

不良日光条件下における主稈と分蘖との間の敏感度の相違

上記諸実験結果について，(1) 分蘖数，(2) 乾　量，(3) 粉末比重の諸点に分けて見るに概して主稈よりも分蘖のそれらが著しく抑圧されている．分蘖間にては1次よりも2次，2次よりも3次分蘖は一層著しく抑圧される．一般的に高次分蘖程著しく抑圧されている．詳言すれば，分蘖の抑圧される順序は，(i) これから出現せんとしつつある分蘖子，(ii) 現に出現せんとしつつある分蘖子，(i)及(ii)をまとめると高次分蘖をまず抑える．(iii) 既発分蘖若くは低次位分蘖に影響．

斯様に不良日光条件に対して主稈並に分蘖に対して敏感度の相違があることは既記の主稈と分蘖子の不良日光条件に由来する生長曲線の相違曲線（第一図）を裏書きし一層支持するものなることが認められる．

尚著者の麦類にて粉末比重と分蘖の出現との関係の実験[2,4]において分蘖には大体定った程度の組織内物質充実度を必要とし，所要の充実度に到達した時に始めて分蘖を出現することを証した[2]．つまり分蘖を出現させるにはまず物質の充実を伴うことを要するのであるが，今不良日光条件下では前実験のごとくまず炭素同化作用に影響し，それが粉末比重の低下の原因をなし，今迄伸びつつあった分蘖の伸長が抑圧されると考えられる．

換言すると不良日光条件下では，まず全般的に物質充実度の低下を来し，その結果分蘖の出現並に伸長が抑圧されるもののようである．

摘　　　要

(1) 水稲の環境と分蘖との関係の実験から論議的に誘導される主稈と分蘖子との生長の相違曲線を検討するために日光と分蘖との関係の実験をした．

(2) 水稲の分蘖期中に日光の被陰度を異にする実験をしその分蘖数，乾量及び粉末比重の測定をし次のごとき結果が得られた．

分蘖数，乾量及び粉末比重の測定においていずれも主稈よりも分蘖子に対して著しく影響する．

分蘖間にての抑圧される順位は，a．これから出現せんとしつつある分蘖子，b．現に出現しつつある分蘖子，つまり高次分蘖はまず抑圧され，次いで既発分蘖若くは低次位分蘖が影響を受ける．

(3) 不良日光条件下ではその抑圧される程度は主稈よりも分蘖子において著しい．つまりその敏感度に著しい相違がある．これは主稈及び分蘖子に生長曲線の相違の原因をなすことが認められた．

(4) 不良日光条件下では特に分蘖の粉末比重の低下，つまり物質充実度を低下し分蘖を抑圧することが認められる．

文　　　献

1. 深城貞義：稲の分蘖に関する研究，I．灌漑水及び日光供給度その他一，二条件の分蘖度に及ぼす影響，九大農学芸雑誌，2 (5)，(1927)．
2. ―――：麦類の幼苗における分蘖と粉末比重との関係，香川農大学術報告，4(2)，(1952)．
3. ―――：稲の分蘖に関する研究，IV．日長度及び日照度その他一，二条件の稲及麦類の分蘖に及ぼす影響，同上誌，5(3)，(1954)．
4. ―――：V．粉末比重より見たる稲の分蘖について，同上誌，6(1)，(1954)．
5. ―――：VI．植物生長ホルモンの稲苗の生長及び分蘖に及ぼす影響，同上誌，7(1)，(1955)．
6. ――，近藤勝：VII．粉末比重より見たる物質の転移問題，同上誌，8(1)，(1956)．

Résumé

1) For the study of the difference in both curves derived from the difference of growth of main-culm and its tillers, the author has studied the influence of light-intensity on the tillering of rice plant.

2) The rice seedlings were cultured under the various light-intensity and some seedlings that have already started tillering, were also cultured in the same ways. The number of tillers, dry weight and sp. powder gr. of the main-culm and its tillers were measured separately according to their order.

3) Under better environment, the growth of tillering is higher than that of main-culm. On the contrary, under worse environment, the growth of tillering is lower than that of main-culm. The repression for the growth of the lately emerged tillers is stronger than that of the old tillers.

The order of repression for the growth is as follows:

1. For the tillers that will emerge in future.
2. For the tillers that are emerging now.
3. For that of main-culm.

4) It seems that the cause of the difference of both curves is due to the difference of the sensibility of each culm of rice plant for the light.

かんがい用貯水池相に関する研究

——堰　堤　に　つ　い　て——

前　川　忠　夫

Studies on the phase of irrigational reservoirs.

—— On the dam ——

Tadao MAEKAWA (Laboratory of Agricultural Engineering)

(Received January 14, 1957)

I 緒

貯水池が湖沼と区別される基本的差異はその成因が人為的であり，何らかの利用目的を以って築造されることである．云いかえると人為的工作物である堰堤の有無が貯水池と湖沼とを区別する構造上の異点であろう．

さて貯水池の堰堤はその環境によって規模構造が支配されるが，逆に堰堤の構造はその環境によって示される貯水池相を指向するものと云えよう．

香川県の貯水池堰堤は序報[1]で述べたように，その型式材料からみてほとんど全てが土堰堤である．僅に存在する土堰堤以外の堰堤は築造年次新しく，いわゆる香川県の貯水池としては異例に属するので除外し，今回の調査対象として採り上げた貯水池は悉く土堰堤である．また比較検討のため引用する本邦高土堰堤[2]は云うまでもなく土堰堤であるが発電用高堰堤[3]はほとんどコンクリート重力堰堤である．以下堰堤に関する検討は土堰堤について行うため発電堰堤には比較し得ない事項がかなりあるが堰堤構造の如何を問わず貯水池相として比較可能なるものは出来る限り採用することとする．なおこの引用両文献については序報[1]において詳述した．

貯水池堰堤に関する調査事項は甚だ多く，堤高，堤長，天端巾，内外法勾配などの外部形態から，堤体の用土，構造浸潤機構などの内部的事項，さらに堰堤変移の過程と欠陥状況などに亘らねばならないであろう．しかし今回の調査では僅に外部形態とそれに関連した２，３の事項について検討しうるにすぎない．

調査貯水池は序報[1]で述べた方針と方法によって県下全般に亘り約800個について実施したものであるが，調査事項によっては多少の減少がある．またこれを環境別に類別してそれぞれの池相を探ることとした．

II 堤　　　長

調査貯水池617個の堤長の平均は207mで環境別平均では山池106m，麓池146m，野池347mである．また参考までに計算すると日本高土堰堤218個の平均132m，同朝鮮41個の平均 328m，日本発電用高堰堤160個の平均138mとなる．（第1表参照）これらの貯水池はそれぞれの規模を異にするが，その平均満水面積の比率は既報[4]のように香川平均を１とすれば，山池：麓池：野池＝1.98: 0.89: 1.01，また日本高土：朝鮮高土：日本発電＝2.23 : 45.47: 28.00である．ここに堤長と貯水池規模との関係を概観すると規模小さい香川県貯水池の堤長が全国的貯水池に比してがいして長く，また香川県内においても，規模の小さい貯水池が却って堤長は長い傾向が見られる．特に野池の堤長が著るしく長いことは特筆すべきことであろう．最長は1400mにおよぶ新池（高松市木太町）で，1000m 以上のもの10個を数えこれらは悉く野池である．

貯水池堰堤の長さは一般には渓谷を締切る延長であるが，山池の如き環境ではがいして短く単一直線型[5]になり勝であるが，山池からさらに野池に至れば締切延長は自ら長くなり，屈折あるいは曲線型となり，極端なる場合は全周堰堤となる．山池において短く，野池において極度に長くなっているのはかかる理由によるものである．なお貯水池堰堤とその方位についてはすでに貯水池環境[5]において検討した．

以上綜合して香川の貯水池，特に野池がその規模に比して著るしく長大なる堰堤を有するかを理解することが出来る．なお堤長と満水面積との相関は節を改めて検討する．第1表は調査および参考貯水池の堤長の平均、極値および階層別個数を示したものである．

第1表　堤　　長　(m)

区	別	平均	比率	最大	最小	100以下	100～200	200～300	300～400	400～500	500～1000	1000以上	個数
香川	平均	206.8	1	1400	11.0	235	196	67	35	21	53	10	617
香川	山池	106.1	0.51	350	11.0	16	19	2	2	0	0	0	39
香川	麓池	145.7	0.70	700	15.0	177	133	40	17	5	11	0	383
香川	野池	346.9	1.68	1400	30.0	42	44	25	16	16	42	10	195
高土	日本	132.0	0.64	972.0	36.0	115	77	13	7	0	6	0	218
高土	朝鮮	327.6	1.59	1654.2	75.1	1	8	15	7	5	4	1	41
発電		137.5	0.67	981.8	30.3	68	68	16	6	0	2	0	160

Ⅲ　堤　　高

香川の貯水池の多くは前述のように堤長が長く，彎曲せるもの，屈折せるもの，複方位のもの，全周に及ぶものなどがあり，加えて一般に沿革古く堰堤の変移も著しいため，堤頂に高低あり堰高を正確に測定することは困難なる場合が多かった．ここに堤高とした値は堰堤中で最大高の部分を採ったものである．

調査個数492個について堤長同様その数値を検討すると，総平均で7.6m，環境別では山池14m，麓池7.8m，野池5.9mとなる．環境は堤高にもその差異が見られ，山間溪谷を締切る山池はがいして高く，麓池これにつづき野池は最も低くなっている．最大は山池である神内上池（木田郡西植田村）の27.2mであり，最小は1mの二葉池（三豊郡大野原村）その他で野池である．なお調査貯水池以外で県下の最高は土堰堤では満濃池の32m，コンクリート重力堰堤では内場池の50mがある．日本高土堰堤の堤高平均は19.4m，同朝鮮は18.8m，日本発電堰堤では26.8mで何れも香川平均に比して2.5－3.5倍となっているが，これら2資料は既述[1]のように15m以上のものの集録であるから当然の結果である．しかし堤長との相関性をみるため一応検討した訳である．以上の詳細は第2表に示す

第2表　堤　　高　(m)

区	別	平均	比率	最大	最小	4以下	4～10	10～20	20～30	30～40	40～50	50以上	個数
香川	平均	7.6	1.	27.2	1.0	80	233	99	20	0	0	0	492
香川	山池	14.0	1.84	27.2	2.5	2	7	16	9	0	0	0	34
香川	麓池	7.8	1.03	27.0	2.0	26	194	69	9	0	0	0	298
香川	野池	5.9	0.78	20.8	1.0	52	92	14	2	0	0	0	160
高土	日本	19.4	2.50	36.9	15.0	0	0	150	66	6	0	0	222
高土	朝鮮	18.8	2.48	31.2	15.0	0	0	30	9	2	0	0	41
発電		26.8	3.53	84.2	7.0	0	4	57	54	19	12	13	159

Ⅵ　堤長と堤高との関係

堤長と堤高との比すなわち堰堤の長高比は堰堤位置の溪谷の横断形状を示すものである．

堤長（B）に対する堤高（H）の比（B/H）の値が小なるほど深く窪んだV字型，U字型の溪谷であることを意味し，その値が大なるほど谷は浅く展開していることを示す．一般に前者は幼年谷に，後者は壮年ないし老年谷に見られる形態である．これらは貯水池の池岸係数，窪み度などと関連しすでに貯水池形態[1]の場合に検討したから詳述はさける．

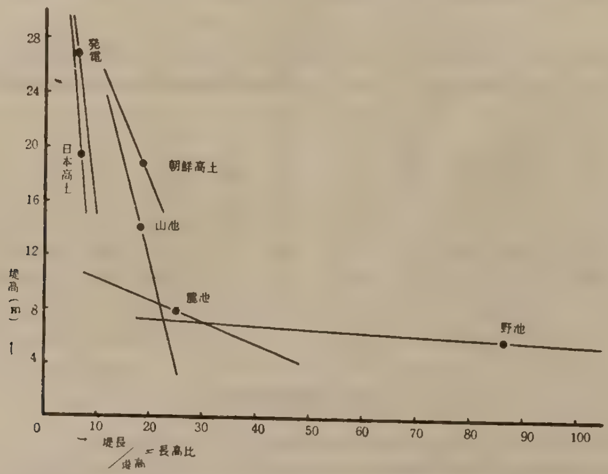
B/H は峡谷の形状係数とも呼ばれるものであって世界の代表的アーチダムで 2～4 程度，また直線重力式ダムで3～10程度である(6).

さて香川の貯水池436個の調査結果では平均45を示し環境別では山池18，麓池25，野池87となる．前記コンクリート堰堤に比すれば何れも大であるが，山池最も小さく，これに反して野池は極度に大なる値をとる．すなわち野池が如何に堰長が長く堤高が低いかを示すものである．長高比の最大は野池で二葉池（三豊郡 大野原村）の 800，また麓池で仁池（綾歌郡法勲寺村）の209である．これに対して日本高土堰堤の平均は6.84，同朝鮮は17.9，また発電堰堤は6.3であって何れも香川県の貯水池に比して小さい．発電堰堤が特に小さいのはその大部分がコンクリート重力堰堤であることによるものであろう．階層別でも明かなように全国的堰堤の長高比は40以下のものが大部分であるのに対して香川の貯水池では40以上のもの115個，100以上のもの49個に達し，しかもその大部分が野池で占められている．（第3表参照）もっとも本調査から除外した満濃池は土堰堤であるが堤長155.8m，堤高32mで長高比は実に 4.9の小さい値をとり香川県はもちろん全国的にも代表的貯水池であることを示している．

第3表　長高比$=\frac{\text{堤長 (m)}}{\text{堤高 (m)}}$

区	別	平均	比率	最大	最小	10以下	10～20	20～40	40～60	60～80	80～100	100以上	個数
香川	平均	45.0	1	800	1	101	127	93	40	13	13	49	436
香川	山池	18.0	0.40	155	1	16	7	7	1	0	0	1	32
香川	麓池	25.0	0.56	209	2	76	98	59	17	4	2	8	264
香川	野池	87.0	1.93	800	1	9	22	27	22	9	11	40	140
高土	日本	6.84	0.15	54.0	1.3	193	18	6	1	0	0	0	218
高土	朝鮮	17.89	0.39	72.2	4.1	9	18	13	0	1	0	0	41
発電		6.3	0.14	54.0	1.3	137	16	4	1	0	0	0	158

以上から如何に香川の貯水池が堤長大で，堤高小であるか，その内でも特に野池において著るしいかを理解することができる．なおこれら堰堤の堤高と長高比との関係を図示（第1図）すればその特性はさらに明瞭となる．



第1図　堤高と長高比の相関図

(pointは平均値)

V 堤長と満水面積との関係

満水面積に対する堤長の比（面長比）は貯水池における堰堤が果している割合，云いかえると堤長1m当の水面積（m^2）を示し，同時に貯水池の平均奥行（m）を示す値ともなる．この面長比の大なる貯水池ほど短い堰堤で大水面積を締切るもので一般的には望ましい貯水池と云うべきであろう．

調査貯水池598個の平均面長比は219で環境別では山池434，麓池251，野池113となる．すなわち環境別に著るしい差異が見られ，山池は堤長の割合に満水面積が大であり，野池は逆に堤長に対する満水面積の割合は小である．これに対して日本高土堰堤の平均は500で香川平均の約2.3倍で山池に近似する．同朝鮮では4100，また発電堰堤は4995で何れも著るしく大きい値を示し，香川の約20倍程度である．（第4表参照）

第4表 面長比＝$\frac{\text{満水面積 (m}^2\text{)}}{\text{堤 長 (m)}}$

区	別	平均	比率	最大	最小	100以上	100～300	300～500	500～1000	1000～5000	5000～10000	10000以上	個数
香川	平均	219	1	3594	9	276	213	64	29	15	1	0	598
	山池	434	1.98	2676	17	5	12	12	7	3	0	0	39
	麓池	251	1.15	3594	10	161	152	40	17	12	1	0	383
	野池	113	0.52	766	9	110	49	12	5	0	0	0	176
高土	日本	500	2.29	8700	10	2	89	49	38	20	2	0	200
	朝鮮	4100	18.72	31300	100	0	4	6	2	20	5	4	41
発電		4995	22.85	161442	4	13	20	8	14	56	27	9	147

香川でも今回の調査には除外した新設の内場池は3038，長柄池は2379を夫々示し，ことに満濃池は実に8889を示し堰堤1mはよく1haに近い水面積を包容していることとなる．調査貯水池における最大は3594の神内池（木田郡西植田村）であるが，大部分は500以下で，100以下のものは598個中276個に達し，これらはほとんど野池，麓池である．野池の面長比平均113は満水面積平均3.42ha堤長平均346.9mから見ても理解しうるように直線単方位の堰堤とすればほぼ1：3の長方形の1長辺が堰堤であることとなり，また水面形状を正方形とすればほぼその2辺が堰堤であることを意味するものである．

VI 堤頂巾と道路

香川の貯水池の現状を見ると，堤頂巾は一つの堰堤でも一定せざるもの多く，高低，広狭を示し，測定に際してその判定に困難なものが多かったが，かかる場合には代表的部分をとるか，数個所の平均値を以って堤頂巾とした．かかる現状は築造年代古く長年月の間に崩壊，侵蝕，あるいは貯水池堆上の土捨場として堰堤を利用して来たことなどによるものと推定される．

調査貯水池704個の堤頂巾平均は4.4m，これを環境別にみると山池4.4mで平均値と一致するが，麓池は3.8mで狭く，野池は5.6mで広くなっている．堤頂巾の最大は14mの神内池（木田郡西植田村）であり，最小は1mの実光池（綾歌郡陶村）その他数個を数える．もっとも調査貯水池以外で県下最大の頂巾は満濃池の20mであり，これは土堰堤頂巾として全国第一位であろう．日本高土堰堤平均5.8m，同朝鮮6.3mであるが，堰堤の規模からみて当然の結果であろう．（第5表参照）

第5表 堤 頂 巾 (m)

区	別	平均	比率	最大	最小	2以下	2～3	3～4	4～5	5～6	6～7	7～8	8以上	個数
香川	平均	4.4	1	14.0	1.0	65	198	183	128	69	30	12	19	704
	山池	4.4	1.00	10.0	1.7	1	9	6	11	4	4	3	2	40
	麓池	3.8	0.86	14.0	1.0	40	134	120	74	40	12	5	13	438
	野池	5.6	1.28	9.0	1.0	24	55	57	43	25	14	4	4	226
高土	日本	5.8	1.32	16.5	3.4	0	2	25	46	73	32	24	20	222
	朝鮮	6.3	1.43	7.2	5.0	0	0	0	0	13	16	11	1	41

堤頂巾は一般に堤高に伴って広くなる傾向をもちまた設計の場合(7)も堤高に比例しこれを増巾する方法が採られている．しかるに堤高が最も低い香川の野池が麓池，山池よりも広く，また堤高がいして低い朝鮮高上堰堤が同日本に比して広くなっていることは疑問とするところである．後者の理由は詳でないが，香川の野池が特に広い堤頂巾を有することは堤頂利用の道路との関係があるように思われる．

第6表 堰堤と道路

道路の有無	種別	個数	同%	山池	麓池	野池
道路のあるもの	村道	175	—	7	94	74
	県道	39	—	0	19	20
	国道	7	—	0	3	4
	小計	221	30	7	116	98
道路のないもの		518	70	38	338	142
合計		739	100	45	454	240

堰堤と道路との関係を調べてみると第6表のように739個の内，堤頂を道路として利用しているもの221個（30%）である．さらに道路を分類すると町村道175個（79%），県市道39個（18%），国道7個（3%）となる．

すなわち香川では堤頂を道路として利用しているものがいして多く，相当の巾を必要とする県道，国道が46個に達する．

これをさらに環境別にみると山池にはほとんどなく村道が僅に7個にすぎないが，麓池，野池に多く，特に野池の堰堤利用が多いことがわかる．かくの如く道路として堰堤を利用することが野池の頂巾を広くしている一つの因子と考えられるが，さらに長年月の間堆土のしゅんせつ土捨場として堰堤を利用して来た結果ぜんじ堰堤の形態を変移し頂巾も拡大されて来たものではなかろうか．現在国道あるいは県道として堤頂が利用されている貯水池のうちには貯水池形態(4)で触れたように，貯水池よりもむしろ道路が先行し，道路盛土を堰堤として貯水池が形成されたと推定される例も見られる．

かくの如く香川の貯水池特に野池の頂巾が堤高に比して相当広くなっている原因として道路との関係は無視することはできないであろう．また高上堰堤資料からも見られるように明治中葉以前に築造された上堰堤の頂巾はがいして広くなっていることから考えても，築造年次の古い香川の貯水池の堤頂巾の広いことは共通的傾向とも云えるであろう．

Ⅶ 堰堤法勾配と池岸侵蝕

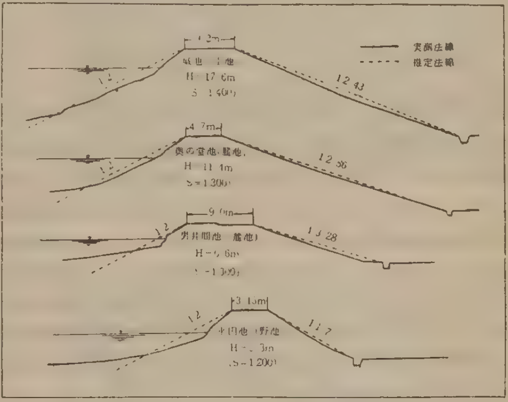
香川県の貯水池堰堤の法勾配は前記堤高，堤頂巾の場合と同様甚だ多変で，一個の堰堤においても部分によって法勾配を異にする場合が多い．かかる現状は築造年次古く長年月の間に自然的に人為的に変形したものと推定され築造当初はかく不陸のものではなかったであろう．内外法のうち特に内法勾配は一定法勾配を規定することは甚だ困難であったが代表的部分あるいは数個所の平均を以て測定値とした．

調査個数約600個の平均では第7表のように内法1.8割，外法1.8割で内外法同一法を示した環境別では山池1.6，1.7割の内外法をそれぞれ示した．日本高土堰堤は内法2.3割，外法2.5割とそれぞれ平均値を示し，何れも香川の貯水池に比して緩である．一般的に堰堤法勾配は堤高の増大に伴って緩となる傾向があるが，以上各貯水池では大体この傾向にあり，ただ朝鮮高土堰堤が全日本に比して堤高がいして低いにもかかわらず法勾配が緩であることは異例であろう．さらに一般的には内法は外法よりも緩にとることが通例であるが，香川の麓池および野池では共に僅ではあるが，内法よりも外法の方が緩勾配となっている．ただし以上は平均値に見られる傾向であって，その個々についてみると内法は鉛直に近い0.1割から4.5割の間に，また外法は0.5割から5.4割の間にそれぞれ広い範囲に亘っている．香川の貯水池の多くが古くその築造当初の法勾配を知る由もないが，これら法勾配の多変は長年月の間に自然的にあるいは人為的に余程の変移が為されて来たであろうことは予想される．土を以て築造する上堰堤が年月の経過と共に変形することは当然であり，この堰堤構造の不均一は逆に香川の貯水池の沿革の古さを物語っているとも云えるであろう．

第7表 堰堤法勾配

区	別		平均	最大	最小	2.0以下	2.0以上(2.0を含む)	個数
香川	平均	内法	1.8	4.5	0.1	339	224	563
		外法	1.8	5.4	0.5	382	230	612
	山池	内法	2.1	3.2	1.0	11	26	37
		外法	2.0	5.0	1.2	16	21	37
	麓池	内法	1.7	4.5	0.5	223	143	366
		外法	1.8	5.4	0.5	246	155	401
	野池	内法	1.6	3.3	0.1	105	55	160
		外法	1.7	3.0	0.5	120	54	174
高土	日本	内法	2.3	3.5	0.5	44	178	222
		外法	2.1	4.5	0.5	66	156	222
	朝鮮	内法	2.8	3.0	2.0	0	41	41
		外法	2.5	3.0	1.8	1	40	41

堰堤法の変形は自然的および人為的原因が予想されるが，特に内法の変形は波浪と密接な関係が考えられ，これは堰堤内法のみに止まらず，貯水池の全周辺において地山を侵蝕変形し池岸侵蝕の重大な現象が認められる．この堰堤内法面および地山部の池岸侵蝕に対して近時張石工，捨石，コンクリート法止工などを行っているが，香川の貯水池でもこの種の保護工を施工せるものが相当見られ，特に野池，麓池に多いようである．しかしこれら保護工を欠ぐ古池では満水位附近において堰堤内法および池岸地山部は深くえぐられ水面以上の部分が庇の如く突出し崩落寸前にある事例は稀しくなく，これら侵蝕崩落した土砂は池岸勾配を変形しつつ池底に堆積するに至っている．この池岸侵蝕の機構は池相の一課題として追求する必要があろう．第2図は法勾配変移の数例を示したものである．図中実線は現状の実測法であり破線は築造当初の推定法である．外法の推定線は現在の天端肩と法尻水路の石積肩とを結んだ線で図上計算では図示のようにその勾配は種々なる値をとる．一応これを築造当初の法線とすれば現状は何れも中窪みの変形を示していることとなる．内法の推定線は天端附近の法線から見て一様に2割勾配と想定したものであるが，これに対して現状は満水位附近においてかなり深く侵蝕され急勾配を示し，水深1～2m附近以下では逆に緩勾配となっている．以上数個の実測例からみても貯水池の法勾配の変移特に池岸侵蝕は貯水池の維持管理の点からも重視さるべきものであろう．(末尾写真参照)



第2図　堰堤横断図─法線の変形

Ⅷ　堰堤体積と貯水量

既設堰堤の体積の算定は甚だ困難である．断面一様にして延長大なる河川堤防と異り貯水池堰堤は一般に両岸の地山勾配，堤敷の起伏，袖掘，箸掘などのため堰堤の横断面積が部分によって一定しない場合が多いからである．しかし香川の貯水池堰堤を採り上げ大体の堰堤用土量を概算しその貯水量との関係を環境別に検討してみた．

第8表　堤 体 積 と 貯 水量 (全国)

貯　水　池	個　数	貯水量(m³)/堤体積(m³) 平均	同 最 大	同 最 小
日本高土堰堤 (昭和年代のもの)	138	5.3	27.0	1.2
朝鮮高土堰堤 (同　上)	37	25.5	124.6	1.5
建設中の土堰堤 (昭和29年3月)	67	11.2	60.3	1.7

それを述べるに先立ち先づ全国的貯水池の事例を参考までに検討してみると，第8表の如くなる．参考資料は前記本邦高土堰堤誌(2)(ただし昭和年代に築造せるもの日本138個，朝鮮37個) および昭和29年3月現在建設中(5)のもの67個についてそれぞれの堰堤体積1m³当貯水量の平均値および極値を示したものである．これによると全国的土堰堤はその堤体用土量に対する貯水量の比は小は1.2程度から大は124.6に達するものもありその変域は広範に亘るが，平均値で日本高土堰堤で5.3，同朝鮮で25.5，また1954月3月全国的に建設中のもの67個平均で11.2となっている．

以上の全国的貯水池に対して香川の貯水池の数値の事例は第9表の如き値をとる．これら数値の計算は次の方法によった．すなわち実測によって予想される第2図に示す堰堤標準断面と堤長から堰堤体積を概算したがこの場合両袖地山部は2割勾配と見なし堤高の2倍だけ堤長から差引いた．また貯水量は満水面積と最大水深および環境別容積係数(4)を用いて概算した．なお満濃池のみは県設計書によったもので参考までに附記したものである．

以上数個の事例ではあるが香川の貯水池が示す値はその規模，環境によってかなり異り相当規模の大きい山池または山池に近い麓池では9前後の値をとる．また全周堰堤の野池でもその規模かなり大なれば5程度の値を示す．全周堰堤または3方堰堤の野池の規模が小さいときはその値が自ら小なることは幾何学的にも容易に理解しうるところである．

第9表 堤体積と貯水量（香川）

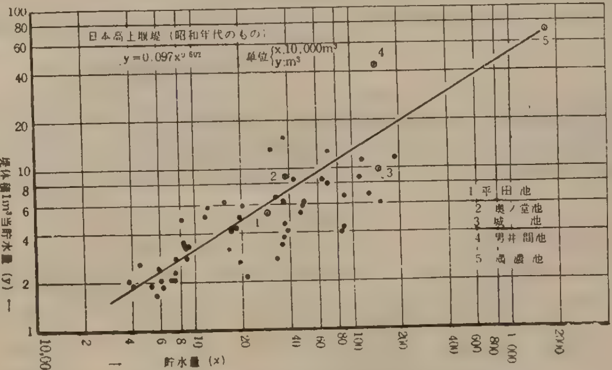
貯水池	環境	堤体積 (m^3)	貯水量 (m^3)	貯水量 (m^3) / 堤体積 (m^3)	堤長(m)	堤高(m)	満水面積(ha)
城池	山池	158,560	148.5×10^4	9.4	200	17.6	30
奥ノ堂池	麓池	41,863	38.0×〃	8.9	145	11.4	8
男井門池	同上	42,505	146.4×〃	34.4	290	6.6	48
羽根池	同上	3,120	0.36×〃	1.2	55	5.0	0.2
猫坂池	同上	4,487	0.48×〃	0.9	55	7.5	0.2
平田池	野池	55,990	28.9×〃	5.2	1120	1.5〜5.3	13
満濃池	山池	216,584	1540×〃	71.1	155.8	32.0	138.5

環境としては野池に近い男井間池は水面積48haに及ぶため34.4を示し，山池である満濃池が71.1を示すことも共にその規模の大なることによるべく甚だ地の利を得たる貯水池と云うべきであろう．羽根池および猫坂池は三豊郡下の小麓池であるが，それぞれ1.2および0.9を示し小規模貯水池の性格を推測することが出来る．以上実測貯水池が僅少のため香川の貯水池の全般的性格を速断し得ないが香川でもかなり規模の大きい貯水池ではその環境を問わず全国的貯水池と大差はないようであるが，香川の貯水池17788個の平均水面積[9]は0.32haであり，0.1ha以下のもの実に12471個（70%）に及んでいることと併せ考えると以上検討した堤体積 $1\,m^3$ 当貯水量は如何に小さい値を示しているかを推測するに難くない．一般に貯水池建設の工事費は堤体積に支配されその貯水量との関連において経済効果を左右する．

以上数値の大なるほど効率は大であり香川の小規模貯水池は古来その効率を無視し僅かの雨水をも貯溜せんとした古老の苦辛が推察される訳である．なお以上の検討から貯水量対堤体積の比は貯水池規模と一般的に何等かの関連が推測されるので規模として貯水量をとり，日本高土堰堤[2]（昭和年代のもの54個）を用いてその相関関係を求めたものが第3図である．その結果かなりの相関性が見られその関係式として次式を得た．

$y=0.097x^{0.602}$（但し $r=0.91$）

ここに y は堤体積 $1m^3$ 当貯水量 (m^3) x は総貯水量（単位 $10000m^3$）である．なお図中に前記香川の実測貯水池4個および満濃池を参考までにプロットした．



第3図 貯水量と堤体積 $1\,m^3$ 当貯水量との相関図

IX 摘要

1. この研究は貯水池の堰堤から環境別貯水池相を探らんとしたものである．
2. 香川の貯水池堰堤の堤長はその規模に比して概して長く，特に野池の堤長は著るしく長い．調査個数617個の平均は207m，環境別平均では山池106m，麓池146m，野池347mである．（第1表）
3. 堤高は概して低く環境別には野池ほど低い．調査個数492個の平均7.6m，環境別では山池14m，麓池7.8m，野池5.9mである．（第2表）
4. 堤長と堤高の比（長高比）は堤敷渓谷の形状係数でその値は香川の貯水池は大であり特に野池は著るしく大である．436個平均45，山池平均18，麓池25，野87である．（第3表，第1図）
5. 堤長と満水面積との比（面長比）は堰堤1m当の水面積を示すもので香川では概して小さく特に野池に小さい．598個の平均219，山池434，麓池251，野池113である．（第4表）
6. 堤頂巾は一般に堤高に比例して計画されるものであるが香川の貯水池のうち野池は堤高最も低いが堤頂巾は逆に最

も広い．704個の平均4.4m，山池4.4m，麓池3.8m，野池5.6mである．(第5表)

7. 野池の堤頂巾の大なる理由として道路との関係が考えられる．香川の貯水池堰堤は道路として利用されるものが多く，特に野池は国道，県道，町村道として利用される率が最も多い．(第6表)

8. 堤堰法勾配は香川の貯水池は平均値からみるとがいして急である．一般的に法勾配は堤高大なるとき緩となるものとすれば堤高小なる香川の貯水池が急なることは一般的傾向と一致する．環境別にもその傾向が見られる．

9. 法勾配の変域は甚だ広く鉛直に近い急勾配から5割を超える緩勾配のものも見られまた麓池，野池などは外法よりも内法が急勾配のものが多い．かかる法勾配の多変は香川の貯水池の多くが築造年代古く長年月の間に自然的に人為的に変移したものと考えられる．(第7表)

10. 堰堤内法および池岸地山部の満水位附近の侵蝕が甚だしく貯水池の維持管理上重大なる池岸変移の様相が見られる．(第2図)

11. 堤体積と貯水量の関係は貯水池の効率に関連するが，堤体用土1 m^3当貯水量は規模が相当大なる貯水池では全国的貯水池と大差なく5～10程度を示すが，小規模では1以下を示すものも多いようである．(第8表，第9表)

12. 堤体積と貯水量との比(y)の値は貯水池規模(貯水量，x)と相関するものとしてその関係式を誘導すると次式が得られる．(第3図) $y=0.097x^{0.602}$

参 考 文 献

(1) 前川忠夫：かんがい用貯水池相に関する研究（序報），香川大学農学部学術報告，8 (1)，(1956)．

(2) 農業土木学会：本邦高土堰堤誌，(1934)．

(3) 発電水力協会：日本発電用高堰堤要覧，(1954)．

(4) 前川忠夫：かんがい用貯水相に関する研究（貯水池の規模および形態について），農土学会中四国支部研究報告，(9)，(1956)．

(5) 前川忠夫：同上（貯水池の環境について），香川大学農学部学術報告，8 (1)，(1956)．

(6) 中沢氏訳：コンクリートダムの設計に与える峡谷の形の影響について，Hydro electric power，(18)，(1955)．

(7) 和田 保：土堰堤，(1940)．

(8) 農林省農地局：アースダム参考資料（第1報），(1954)．

(9) 前川忠夫：香川県の溜池について，香川県立農科大学学術報告，6 (3)，(1955)．

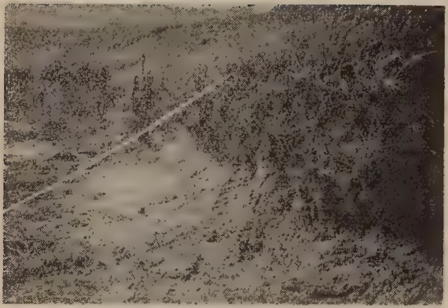
Résumé

1. This report forms a part of study on the phase of irrigational reservoirs.

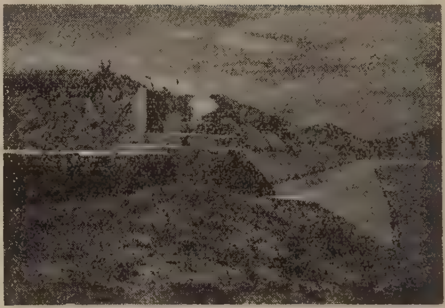
2. We investigated the connection of dam height, dam length, side slope gradient, dam volume, these reciprocal relation, and still farther, road, storage-capacity, shore erosion in reservoir and so forth, about dam that is artificial structure.

3. As the result, the peculiar phase of resevoirs, especially that of the field reservoir in Kagawa Prefectue have been made fairly clear.

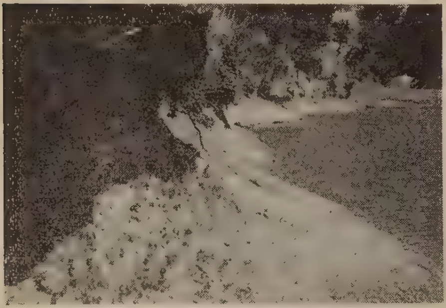
内法鋪装と池岸侵蝕



写真—1 国市池（三豊郡比他二村）（野池）
（内法侵蝕）



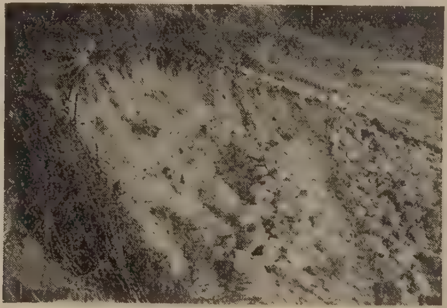
写真—2 丸山池（三豊郡大見村）（野池）
（内法コンクリート護岸）



写真—3 惣田池（三豊郡上高瀬村）（麓池）
（地山池岸侵蝕）

写真—4 唐頭池（三豊郡比地二村）（麓池）
（池岸コンクリート鋪装）

写真—5 神内上池（木田郡西植田村）（山池）
（地山池岸侵蝕）



写真—6 神内上池（木田郡西植田村）（山池）
（内法崩壊）

かんがい用貯水池相に関する研究

——余水吐について——

前　川　忠　夫

Studies on the phase of irrigational reservoirs

——On the spillway——

Tadao MAEKAWA (Laboratory of Agricultural Engineering)

(Received January 14. 1957)

I 緒

余水吐は貯水池流入の過剰水を排除し貯水池の安全を計らんとする施設であるが，その規模構造はその貯水池の環境によって著るしく左右される．環境のうち集水流域の広狭，降水量の多少は貯水池流入水量を，さらにその流入水量の多少は余水吐の断面をそれぞれ規定する．また貯水池環境の地形によって余水吐の位置構造が左右される．したがって貯水池相の一環として余水吐を考える場合その環境として広く集水流域全般に亘る地理的，水文的解析が必要となる．しかしこの調査は香川県の在来貯水池余水吐の位置，構造，材料，幅などの実態を主とし，それらと関連する二三の環境的因子との相関性を検討したものである．なお水文と関連する部門については序報(1)で述べたように現地長期観測の結果をまって別に検討することとする．

調査方法については既述（序報）(1)したが，その調査がいして容易なるためかなり信頼度の高い数値を得た．ただ過去の最大溢流水深のみは根跡による推定または聞取りによる外はなかった．なお出来る限る写真撮影を行い正確を期した．

II 貯水池流入型式

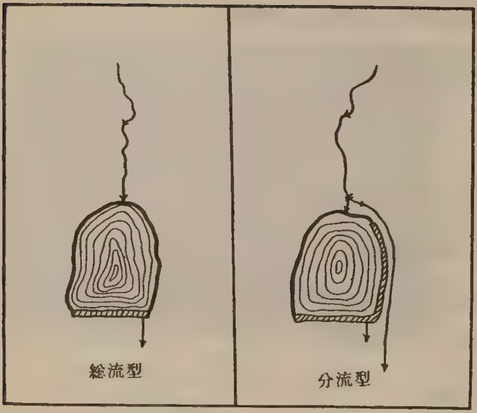
貯水池に余水吐は不可欠のものの如く考えられるが，調査貯水池708個のうち87個（12%）は余水吐を有せずまた1貯水池で２個の余水吐を有するもの19個を得た．(第１表）これらのうち余水吐を有するものについては以下項を更めてその構造，材料などについて検討するが先づ余水吐の有無ならびにその規模と関連する流入型式について次のような調査と検討を試みた．

第1表 貯水池流入型式

型	個数	%	山池	麓池	野池
総　流　型	285	51	40	212	33
分　流　型	295	49	1	105	189
計	580	100	71	317	222
余水吐を有するもの	621	88	39	428	154
余水吐を欠ぐもの	87	12	0	8	79
計	708	100	39	436	233

貯水池余水吐は流入水過剰の場合に必要であるから，もしその惧れがないときにはこれを必要としない．貯水池への集水は一般に集水流域と降水量とから規定されるが，この集水を悉く貯水池に流入せしめる場合は集水流域に比して貯水池規模が著るしく大なる場合以外には余水吐は不可欠のものとなる．これに反して流域よりの集水を貯水池流入前に分水し貯水池に必要なる水量のみを流入せしめ，他は河川に放流する方法を採れば余水吐の必要はない．ここに前者の流域全体の総集水量を流入せしめる場合を総流型，後者すなわち集水の一部を流入せしめる場合を分流型と名附けることとする．第１図はこの２型式を示したもので城池は総流型を，先代池は分流型のそれぞれの事例である．この２型式によって県下580個の貯水池について環境別に調査した結果が第１表である．すなわち総流型と分流型はほぼ同数で相半ばし香川の貯水池には予想外に分流型が多いことがわかる．これを環境別にみると山池は41個のうち40個までが総流型に属し，これに反して野池は222個のうち

7



第１図　貯水池流入型式

189個までが分流型に属する特性が見られる．麓池 31個は両型に亘るがその約３分の２(212個) までが総流型である．

山池は山間の溪谷を締切るもの多く，その地形環境から流入前に分水処理を行うこと困難なるため総流型となり，余水吐の必要を生じ，加えて山池の集水流域がいして大なるため余水吐の規模も自ら大となる傾向が予想される．野池は平坦地に立地するため流入水の流入前の処理は一般に容易で，その処理が安全に行い得る場合は余水吐の必要なく，またもし処理不充分の場合に備えて余水吐を設けるとしてもその規模はがいして小さくて足りることとなろう．麓池はその環境から山池と野池の中間的性格を有するため両型に亘ることが予想される．小規模麓池で流入河川を河岸地山に沿うて導き洪水を貯水池に流入せしめず直接下流に放流する分流型を採用せる例を多数見かける．分流型式は余水吐の排水負担を軽減するに止らず，貯水池への土砂流入を阻止し得る大きい効果もあろう．この貯水池堆砂については稿を更め貯水池変移の場合に検討するが以上の２型式はその理解の上に一つの指針となるであろう．

Ⅲ　余水吐の位置

調査個数 708個のうち前記余水吐を有せざる 87個を除いた余水吐を有する 621個 について特に堰堤との関係位置をみると第２表のように分類される．すなわち大部分の余水吐は堰堤の右岸または左岸の堰堤端と地山との接合部に設けられている．ここに接合部とは外観的に判定したものであって余水吐の溢流部および放水路の基盤は地山上に設けれている．かかる位置にあるものは 534個(82%)を占め左岸，右岸の数は相半ばしている．次に堰堤上にあるものは55個で，堰堤と分離して地山に設けられているものは９個となっている．

第２表　余水吐の位置

位置	個数	%	山池	麓池	野池
堰堤右端	264	43	14	212	58
堰堤左端	254	39	22	181	52
堰堤上	55	14	3	13	39
地山	9	1	0	6	3
堰堤左右端	19	3	0	16	3
計	621	100	39	428	154

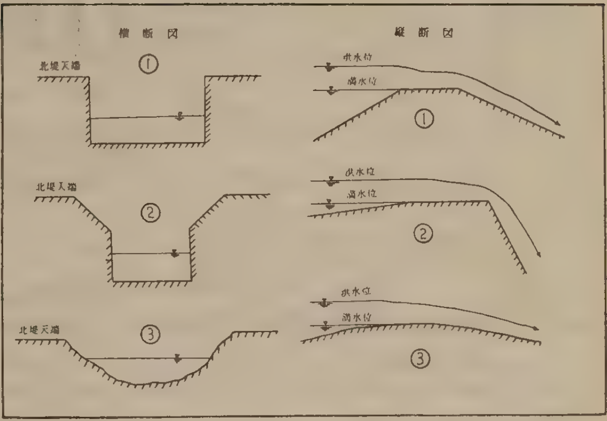
前記大部分を占める堰堤と地山との接合部に余水吐を設けることは土堰堤余水吐の位置として一般にみられる型式であるが，ことに香川の如き小規模貯水池においては当然のことであろう．堤体上に余水吐を設けることは土堰堤の場合一般に危険視されるが，香川の貯水池は既報(2)の如く環境によって２方位，３方位，全周堰堤などその堤長著るしく長大であるもの多いことからかかる位置の存在が考えられる．純然たる地山部の余水吐は表示のように僅少であるのは香川の貯水池が小規模であり，集水面積がいして狭く，それに伴い洪水量も少く，他方地山部余水吐工事が地形上一般に困難なることと併せ考えると理解しうるところである．最近築造されつつある規模大なる土堰堤の余水吐はほとんど地山部に設けられる傾向にある．

次に余水吐の位置を環境別にみると，堤端にあるものは何れの環境にもみられるが，堤体上にあるものは大部分野池にみられ，地山上にあるものは主として麓池にみられ山池にはみられない．これは野池の堤長が大なること，麓池の地山はがいして余水吐工事に容易な地形が多いことによるものであろう．２個の余水吐を有するもの19個は主として麓池にみられ全て堰堤の両端に位置している．

Ⅲ　余水吐の構造および管理

余水吐の構造は一般に単純であり，溢流部に完全なる溢流堰を有するものは 554個のうち７個にすぎず，これらは新設貯水池かまたは最近余水吐の改修を行ったものである．また隧道あるいは管路によるもの７個を除けば全て第２図に示すような溢水型式の開水路である．

横断形は第2図①②の如き矩形のものが大部分で466個(84%)を占めている．他は同図③の如く不規則なる素掘水路で88個(16%)を数える．この素掘余水吐は今回調査した満水面積約1ha以上の貯水池にみられる比率であって他の群小貯水池の余水吐ではさらに高率となるべく，如何に香川の在来貯水池余水吐が軽視され原始的粗悪なるままに放置されているかがわかる．



第2図　余水吐縦横断面図

縦断形は第2図の如く3種に大別しうるが，特に②の型式すなわち貯水側は土砂堆積して緩勾配となり，放水路側は岩盤あるいは石積の急勾配となるものが多い．同図③の形式は素掘余水吐に多くみられる形で内外共に甚だ緩勾配で堰堤線上で僅かに盛上っているに過ぎない．これらは水理学的にみて大体広頂堰あるいは溢水路の形式に属するものと見做しうるであろう．

余水吐の幅については次節で検討するが，幅1～2m程度までは大体1径間であるがそれ以上の幅では角落し用の阻柱を設けて幾つもの径間に分割しているものが多く，その場合1径間は1～2mである．姥ケ懐池（三豊郡和田村）の如きは1m径間のもの10連よりなっている．この阻柱は貯水池管理とも関連し余水吐溢流頂上に角落しあるいは土俵，土羽，玉石などを用いて堰上げ計画満水位以上の貯水を計らんとするものである．これら堰上げは洪水の際，取り除くと称しているが人家より遠く離れ，また夜間出水時などは実際的には不可能の場合が多かろうと思われる．また洪水の際，自然に流失すると称するも半永久的に固定した堰上げの例もみられる．かかる余水吐上の堰上は香川の貯水池の大部分にみられるが，これは2万個に近い貯水池を有しながらなお用水不足に悩んで来た香川の農村の慣習であろうが，かかる堰上げは余水吐断面を縮小し，さらに満水面上余裕高を減少し，洪水時はもちろん平常満水時でも貯水池の安定上特に問題とすべき点であろう．

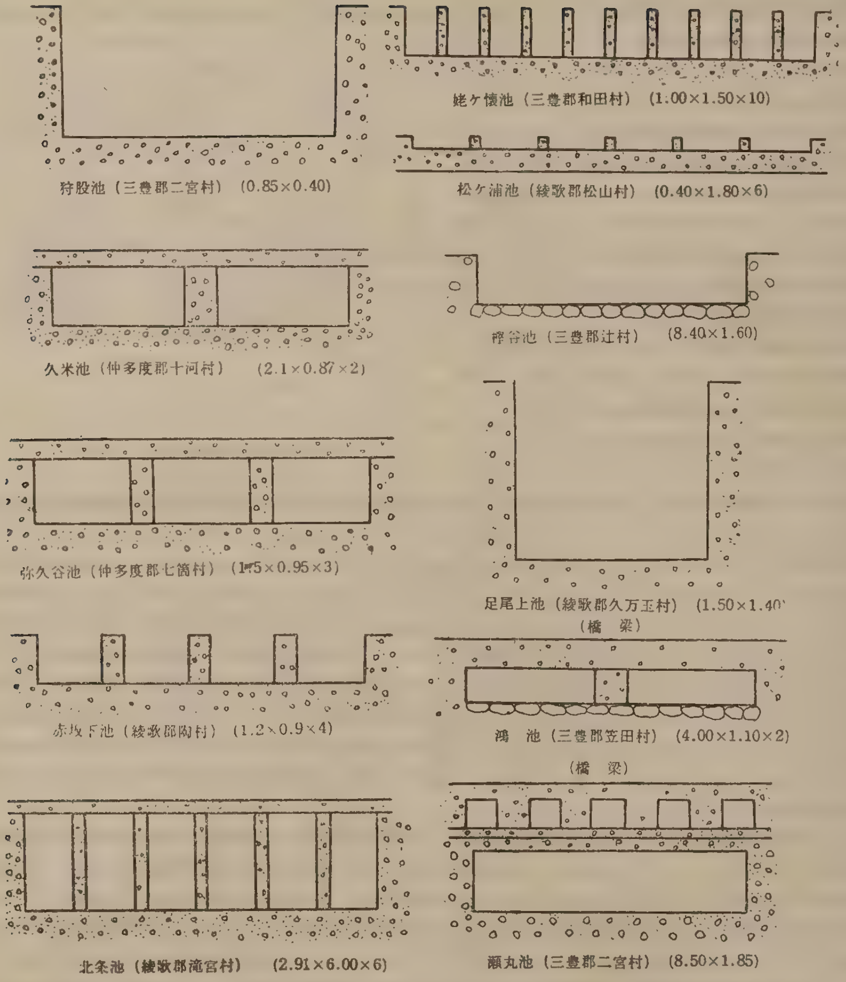
さらに余水吐断面を縮少しているものに橋梁がある．これはすでに堰堤と道路の場合に述[2]べたように堤頂を道路として利用せるものが多いことに伴い余水吐上の橋梁が甚だ多い．これら橋梁のうち桁下空間が甚だ狭く，あたかも暗渠か隧道の如きものがあり異常出水の際甚だ危険といわざるを得ない，かかる例は特に野池に多くみられる．

次に余水吐を施工せる材料では554個のうちコンクリートのもの249個（45%），石積のもの219個（39%），素掘土水路は前記は前記のように88個(16%)となっている．コンクリートのものは香川の貯水池の沿革からみて当然大正，昭和の期に至って改修したものであろう．石積のものには近時改修された練積のものもあるが，長年月を経過しているとみられる古い空積のものも多い．

かくの如く香川の貯水池余水吐は近時改修されたものの外はほとんど粗悪なものであり，加えて堰上げあるいは橋梁によってその流積が狭められているもの，素掘のままで放置されているものなどその大半を占めているのが現状である．

余水吐放水路の施工材料も大体溢流部と同様でその改修も併行的に行われつつあるが，地山岩盤の場合は別として粗悪な空石積のものが多い．

以上余水吐に関する実例を第3図および末尾写真に示す．



第３図　余水吐横断面の各種型式

V　満水面上余裕高

調査方法は余水吐溢水頂と堤頂との高差を測定したが，堤頂に高低ある場合はその最低部を採った．その結果は第3表のように調査個数611個の平均で1.5m，環境別平均では山池2.1m，麓池1.6m，野池1.3mとなる．日本高上堰堤[3]では平均2m，同朝鮮は3.2mで共に香川平均より大であるが山池のみ日本高上堰堤に類似している．一般に満水面上余裕高は堤高の高低に伴って増減するものとする考えからみるとこれらの値は大体その傾向と一致するようである．

余裕高の過小は堰堤の安定上危険であるが香川の野池，麓池などは１m以下のもの100個に余り，最小では0.3mという極度に小さい鷺池（木田郡十河村），四号池（綾歌郡法勲寺村）などの存在することは特に問題視すべきであろう．

さらに前述の如く香川の貯水池の大部分にみられる余水吐上の堰上はこの小さい余裕高をさらに小さくしている．この堰上によって満水期における貯水池の満水位は計画満水位より0.3～１m高くなっており，したがって実際的余裕高は１mに足らないものが多い実状である．かかる際の豪雨を考えると甚だ危険と云わざるを得ない．

第3表　満水面上余裕高 (m)

区別		平均	比率	最大	最小	0.5以下	0.5～1	1～1.5	1.5～2	2～3	3～4	4～5	5以上	総数
香川	平均	1.50	1	5.0	0.3	9	102	195	167	115	19	2	2	611
	山池	2.13	1.42	5.0	1.0	0	0	5	13	15	3	1	1	38
	麓池	1.55	1.04	4.5	0.3	5	51	118	120	83	13	1	0	391
	野池	1.26	0.84	3.0	0.3	4	51	72	34	17	3	0	1	182
高土	日本	1.96	1.31	6.6	0.5	1	10	26	100	56	16	2	4	215
	朝鮮	3.24	2.16	6.6	1.4	0	0	1	2	13	16	4	4	40

VI　余水吐の幅，最大溢流水深，流積

余水吐の幅は前節で述べたようにその断面単純でほとんど矩形であるから測定は容易であった，ただ素掘余水吐では明瞭を欠いだが最大溢流水深における平均幅をとった．

余水吐の規模すなわち主としてその幅は最大排水量と関連し，最大排水量はその貯水池の集水流域と降水量およびII節で述べた総流型，分流型の流入型式によって左右される．

さて余水吐の幅は第4表のように調査個数660個の平均は3.19m また環境別平均では山池10.16m，麓池2.77m，野池2.39mとなる．ただし余水吐を欠ぐ貯水池はこの平均計算には加えていない．

第4表　余水吐の巾 (m)

区別		平均	比率	最大	最小	2以下	2～4	4～6	6～10	10～20	20～50	50～100	100以上	総数
香川	平均	3.19	1	54.55	0.17	327	197	76	28	20	11	1	0	660
	山池	10.16	3.19	54.55	1.20	6	12	10	5	5	6	1	0	45
	麓池	2.77	0.87	47.27	0.20	228	144	49	17	11	5	0	0	454
	野池	2.39	0.75	17.00	0.17	93	41	17	6	4	0	0	0	161
高土	日本	11.45	3.59	67.58	1.21	9	40	31	50	50	22	4	0	206
	朝鮮	77.91	24.42	418.18	12.00	0	0	0	0	3	16	10	12	41

香川平均の3.19mに対して日本高土堰堤(3)平均は11.45mで約4倍，同朝鮮平均の77.91mは著るしく大である．いうまでもなく余水吐の大小は貯水池規模と共にその流域を含めた環境および流入型式と関連するから本節では単にその数値の比較に止めておく．

環境別では山池は特に大きく，20m以上のもの7個より，最大は54.55mの亀尾池（綾歌郡長炭村）で最近改修されたものである．山池はその環境上集水流域一般に広く加えて総流型に属することが余水吐の幅を広くしている理由であろう．これに反して野池は最も小さく，最大の平池（香川郡仏生山町）でも17mで，2m以下のもの161個中93個でその大半を占めている．さらに前述の余水吐を欠ぐもののほとんど全べてが野池に属する．かく野池の余水吐断面が極度に小さいこと，あるいはこれを欠ぐものさえ存在することは貯水池流入の水系からみて分流型に属するものが多いためであろう．

以上は単に余水吐の幅を数値的に比較した止まるが満水面積，集水流域との相関性については節を改めて検討する．

第5表　余水吐の最大溢流水深

区別		平均	比率	最大	最小	0.2以下	0.2～0.4	0.4～0.6	0.6～0.8	0.8～1	1～2	2以上	総数
香川	平均	0.52	1	1.90	0.10	25	197	203	106	59	57	0	652
	山池	0.75	1.44	1.90	0.30	0	3	13	7	13	9	0	41
	麓池	0.55	1.06	1.80	0.10	9	116	155	85	37	44	0	652
	野池	0.38	0.73	1.70	0.10	16	78	40	14	9	4	0	45
高土	日本	0.65	1.25	1.82	0.03	5	26	33	81	22	17	0	194
	朝鮮	1.15	2.21	3.64	0.42	0	1	2	3	10	24	1	41

最大溢流水深の調査は過去の根跡または聞取りによったが，余水吐の構造寸法，満水面上余裕高などから判定して大なる誤差はないものと考えられる．第5表に示すように調査個数652個の平均は0.52m で環境別では山池 0.75m，麓池 0.55m，野池 0.38m となる．余水吐の幅と同様山池大で野池小，麓池は中庸である．日本高土堰堤(3)平均は0.62m，同朝鮮は1.15m で香川の貯水池に比してがいして大なる値を示す．ただ山池のみはこれら全国的貯水池に匹敵する溢流水深を示している．最大は1.9m に及ぶ小川下池（木田郡田中村）で山池であるが，小さいものは0.1m 程度で大部分野池にみられる．

以上環境別溢流水深と前節環境別余水吐の幅と併せ考えるとき山池は共に大で，排水負担が大きく，これに反し野池は共に小さく排水負担の小さいことが予想される．

第6表 余水吐の流積 (m^2)

区別		平均	比率	最大	最小	1以下	1～3	3～5	5～10	10～30	30～50	50～100	100以上	総数
香川	平均	1.86	1	50.55	0.10	360	192	57	20	15	3	1	1	649
	山池	7.16	3.85	44.04	0.30	6	11	9	9	7	2	0	0	44
	麓池	1.65	0.89	50.55	0.10	245	146	39	8	8	1	1	1	449
	野池	0.93	0.50	6.80	0.10	109	35	9	3	0	0	0	0	156
高土	日本	7.74	4.16	76.57	0.29	12	52	33	44	25	10	0	0	176
	朝鮮	107.46	57.77	774.32	4.50	0	0	1	3	8	6	10	13	41

これを数値的に比較するためにその流積を求めると第6表となる．すなわち香川平均で 1.86m^2，環境別平均で山池 7.16m^2，麓池1.65m^2，野池0.93m^2となる．これに対して日本高土堰堤(3) 平均7,74m^2，同朝鮮107.46m^2となる．これら全国的貯水池は何れも香川に比して大きく僅に香川の山池が日本高土堰堤に匹敵する程度で，香川の貯水池の規模特にその集水流域が狭小なることを示すものであろう．

これら余水吐の幅，最大溢流水深，流積とその集水面積など環境との関係は節を改めて検討する．

Ⅶ 余水吐の幅と満水面積との関係

余水吐の規模特にその幅とその貯水池の規模特に満面水積との間に何等かの関係が存在しないか．本節ではこの点について考察してみよう．

余水吐の幅については第Ⅵ節でまた満水面積については既に貯水池の規模(4)の際に検討した．余水吐の幅は第4表の如く全平均3.19m，環境別平均で山池10.16m，麓池2.77m，野池2.39m（但し余水吐を欠ぐものは平均値計算に加えない）となっている．一方満水面積は既報(4)の如く全平均で3.37ha，山池6.68ha，麓池3.00ha，野池3.42haとなっている．

さて余水吐の幅と満水面積との関係を検討する前に一応余水吐の幅で満水面積を除した値すなわち余水吐の幅1m当の満水面積を求めると第7表となる．

第7表 $\dfrac{\text{満水面積 (ha)}}{\text{余水吐巾 (m)}}$

区別		平均	比率	最大	最小	0.2以下	0.2～0.5	0.5～1	1～2	2～5	5以上	総数
香川	平均	1.631	1	14.772	0.024	15	54	71	74	63	12	289
	山池	1.156	0.71	8.922	0.218	1	10	7	3	2	1	24
	麓池	1.458	0.89	13.175	0.125	9	20	27	33	13	5	107
	野池	1.821	1.12	14.772	0.024	5	37	37	38	48	6	158
高土	日本	0.687	0.42	8.486	0.041	47	71	40	21	10	2	191
	朝鮮	1.610	0.99	8.388	0.084	3	8	9	13	4	4	41

すなわち香川平均で1.631ha でこれは朝鮮高土堰堤(3) に匹敵し，日本高土堰堤(3) 0.687に比すると著るしく大きい．云いかえると香川の貯水池余水吐の幅は全国的貯水池に比するとその満水面積に対する割合が小さいことを示すものである．これを環境別にみると山池 1.156ha，麓池 1.458ha，野池 1.821ha で山池ほど小さく，野池は相当広くなっている．すなわち野池ほど満水面積の割合に余水吐の幅が狭小である傾向がみられる．調査貯水池中の最大は 14.772ha の奈良

須池（香川郡川岡村）でこれは野池である．

次に余水吐の幅（B m）と満水面積（A ha）との間に存在する相関性を対数方眼紙上にプロットして検討した結果その相関性の有意性には環境によって差異があるが次のような関係式が得られる．

日本高土堰堤	$B=1.496A^{1.48}$	(r=0.504)
香川　山池	$B=0.569A^{1.62}$	(r=0.381)
〃　麓池	$B=0.577A^{1.78}$	(r=0.764)
〃　野池	$B=0.681A^{1.26}$	(r=0.969)

すなわち余水吐の幅と満水面積の相関性は野池において最も密接で山池ほど有意性に乏しい．これは野池の規模大なる貯水池ほど余水吐の幅も一般に大となる傾向が著るしいことを示し，山池の余水吐の幅はその貯水池規模よりもむしろその集水流域の規模によって左右されることが大なる結果であろう．

Ⅷ　余水吐の幅および流積と集水面積との関係

集水面積の調査については序報[1]で述べたが，それが図上計測によったため全国調査貯水池739個のうち，図上でその集水流域を明確にし Planimeter で図測し得たものは山池24個，麓池106個計130個で野池はその性格上悉く不明であった．

第8表　集　水　面　積　(ha)

区別		平均	比率	最大	最小	100以下	100～200	200～500	500～1000	1000～5000	5000～10000	10000以上	総数
香川	平均	144.7	1	3056	3	96	14	14	1	2	3	0	130
	山池	357.5	2.47	3056	12	8	5	7	0	1	3	0	24
	麓池	72.3	0.5	1136	3	88	9	7	1	1	0	0	106
	野池	—	—	—	—	(調査不能)							—
高土	日本	269.5	1.86	3345	10	102	35	45	16	12	0	0	210
	朝鮮	4250.4	29.4	33577	110	2	2	6	3	21	2	5	41
発電		81483	563.1	800300	150	1	2	8	8	18	15	144	(工事中入る) 196

調査結果は第8表の如く香川平均144.7ha，山池357.5ha，麓池72.3haでさらに参考までに求めた日本高土堰堤[3]平均269.5ha，同朝鮮 4250.4haとなる．この平均値では香川平均を1とすると山池は約2.5倍で大きく，麓池は0.5倍で小さくなっている．また全国的には日本高土堰堤約2倍，同朝鮮約30倍と共に大で，香川の山池と日本高土堰堤がほぼ類似である．集水面積の最大は山池では井関池（三豊郡五郷村）の3056ha，麓池では神内池（木田郡西植田村）の1136haであり，最小は大池（坂出市府中）の3haで麓池となっている．さらに参考までに求めた日本発電堰堤[5]では香川平均の約563倍で実に81483haの大なる集水面積を示している．

第9表　$\dfrac{\text{集水面積 (ha)}}{\text{余水吐の巾 (m)}}$

区別		平均	比率	最大	最小	10以下	10～30	30～50	50～100	100～500	500～1000	1000以上	総数
香川	平均	11.0	1	100.0	2.2	32	71	23	5	0	0	0	131
	山池	9.1	0.82	100.0	2.2	1	16	6	1	0	0	0	24
	麓池	11.1	1.01	100.0	2.4	31	55	17	4	0	0	0	107
	野池	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
高土	日本	28.00	2.55	511.6	0.6	84	71	20	11	14	1	0	201
	朝鮮	87.3	7.94	2014.6	3.7	4	17	8	9	2	0	1	41

さて余水吐の幅と集水面積との相関性を検討するに先だち，余水吐の幅で集水面積を除した値すなわち余水吐1m当の集水面積を求めてみると第9表の如くなる．その結果香川平均で11ha，山池9.1ha，麓池11.1haとなり，日本高土堰堤[3]で28ha，同朝鮮で87.3haとなる．すなわち香川の環境別では僅に山池が麓池より小さいが大差なく，ただ全国的貯

水池に比すると香川は小となっている．いいかえると香川の貯水池余水吐は全国的にみて集水面積に対して大きい割合の幅を有することが理解出来る．

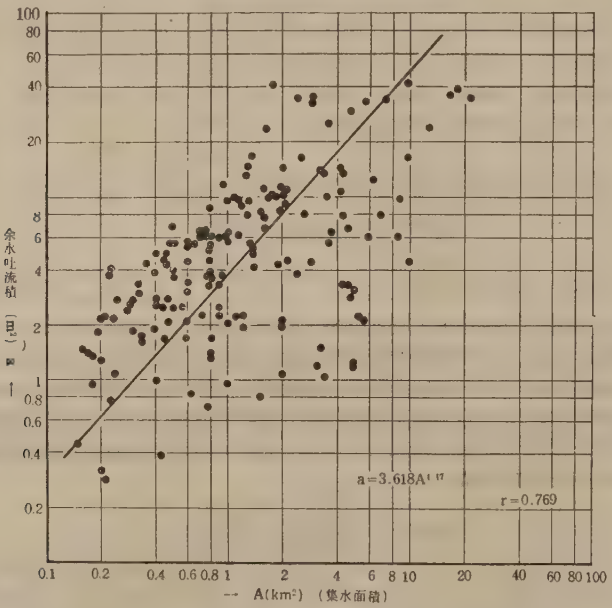
余水吐の幅（B^m）と集水面積（A^{km^2}）の相関性を環境別に山池，麓池および比較のために日本高土堰堤について求めてみると次の如き関係式が得られる．

日本高土堰堤	$B=5.608A^{1.22}$	(r=0.943)
香川　山池	$B=5.345A^{1.01}$	(r=0.864)
〃　麓池	$B=7.409A^{1.197}$	(r=0.991)

この関係式から前記余水吐の幅と満水面積との相関性の場合に比して著るしい有意性がみられ，集水面積と余水吐の幅は密接なる関係にあることが理解出来る．この3者は関係式が示すように著るしい差異は認められないが，麓池の勾配は山池に比してかなり急勾配である．これは集水面積の増大に伴い余水吐の巾の増加する割合が大なることを意味するものである．

以上余水吐の幅と集水面積の相関性を吟味したが，幅と最大溢流水深との積すなわち流積と集水面積との関係を考察することは余水吐の性格を知る上にさらに一つの手がかりとなるであろう．余水吐の流積についてはすでに第VI節で検討した．

この両者の関係を先づ日本高土堰堤について求めると次式を得る．(第4図)



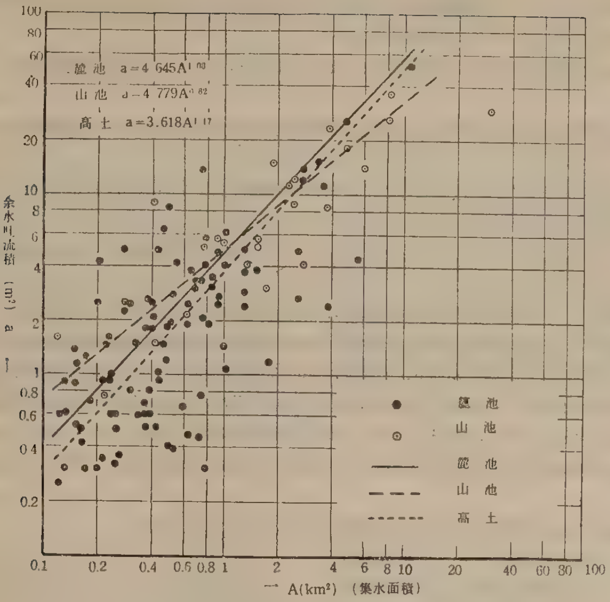
第4図　集水面積と余水吐流積との相関図（日本高土堰堤）

$a=3.618A^{1.17}$　　(r=0.769)

ここに a は余水吐の流積 (m^2)，A は集水面積 (km^2) である．その相関係数は r=0.769 で相当密接な関係がみられる．

次に香川の山池および麓池について（野池は集水面積を明確にし得ないので検討不能）その相関性を求めると次式を得る．(第5図)

山　池	$a=4.779A^{0.82}$	(r=0.845)
麓　池	$a=4.645A^{1.03}$	(r=0.851)



第5図　集水面積と余水吐流積との相関図（香川）

何れも相関係数からかなりの密接度がみられる．第5図は以上を図示し，さらに比較のため前記日本高土堰堤の直線を併記したものである．すなわち山池はやや緩傾斜で麓池に比して集水流域が小さい範囲では流積はがいして大であるが，集水流域の増大に伴う流積の増加度は麓池に比して小さい傾向にあることを示している．日本高土堰堤に比して一般に香川の流積の割合は大であるが集水面積大なる香川の山池のみは全国的にみてがいして小さい傾向にあることが理解出来る．

近時異常降水などの原因から全国的貯水池被害が余水吐の断面不足であるとの観点からその拡大の必要性が主張されつつある．それに伴い香川県においても最近築造されつつある貯水池余水吐は以上在来貯水池に比して相当大なる断面が与えられつつある．例えば1955年竣工した逆瀬池（三豊郡河内村）は集水面積205haに対して余水吐の幅 31m，最大溢流水深0.6mしたがって流積は18.6m²となり，余水吐1m当集水面積は6.6haの値を示す．この値は香川平均の 11ha，山池平均の9.1haに比してかなり小さい．

以上の検討は第Ⅳ節で述べた余水吐の堰上げを考慮に入れない計算であるから，もしこの堰上げが洪水の際容易に除去または流失しない場合は甚だ危険と云わざるを得ない．しかし余水吐断面は集水面積と共に降水量および流出率からその発現する洪水量，さらに前記流入型式との関連から考慮しなければならないがこれらの関係は別に貯水池水文の場合に採り上げることとする．

Ⅸ 摘　　　要

1. 香川の在来貯水池 807個の余水吐実態調査を基礎として全国的貯水池余水吐と対比し貯水池相を検討したものである．
2. 余水吐の有無ならびに余水吐規模の大小は貯水池流入型式（総流型と分流型）によって左右されているようである．
3. 貯水池流入型式から調査貯水池を分類すると殆んど相半ばし，環境別には山池は41個中10個までが総流型に，これに反して野池は222個のうち189個までが分流型に属し，麓池は両型に属し317個のうち212個までが総流型である．
4. 調査個数 807個のうち余水吐を有せるもざの 87個に達し，これはほとんど全てが野池である．これは前記流入型式からみて分流型に属するからであると考えられる．

5.　余水吐の位置は534個(82%)までが堰堤の右岸または左岸の堰堤と地山の接合部設けられている．堰堤上にあるもの55個，堰堤と分離して地山上にあるもの９個である．

6.　余水吐が堤体上にあるものはほとんど野池であり，地山上にあるものは主とし麓池であぁり，山池にはこの２型式はみられない．

7.　余水吐の構造は横断形では矩形，縦断形では溢水路の形式のものが大部分であるが，88個（16%）は断面不規則なる素掘水路である．

8.　余水吐断面は幅１～２m程度以上になると径間１m 程度に阻柱を以て分割し，角落，土俵などで堰上げ満水位以上の貯水を計らんとするものが甚だ多い．

9.　余水吐上が橋梁として利用されているもの多くこれらのうちには桁下空間が狭小なるため暗渠か隧導の如くその排水流積を極度に縮小せるものがある．

10.　満水面上余裕高は香川（611個）平均1.5m，山池2.1m，麓池1.6m，野池1.3m で野池ほど小である．この余裕高は前記余水吐上の堰上げによって0.5～１m の減少を示すもので麓池，野池などは甚だ危険と云うべきである．

11.　余水吐の幅は香川（660個）平均で3.19m，山池10.16m，麓池2.77m，野池2.39mで野池ほど小である．

12.　余水吐の最大溢流水深は香川（652個）平均は0.52m，山池0.75m，麓池0.55m，野池0.38mで野池ほど小である．

13.　余水吐の排水流積は香川平均で$1.86m^2$，山池$7.16m^2$，麓池$1.65m^2$，野池$0.93m^2$で野池ほど小である．

14.　余水吐の幅１m当の満水面積の割合は香川平均で1.631ha，山池1.156ha，麓池1.458ha，野池1.821ha で野池ほど大である．

15.　余水吐の幅（Bm）と満水面積（Aha）との相関々係を求めると次式を得る．

山　池	$B=0.569A^{1.62}$	(r=0.381)
麓　池	$B=0.577A^{1.78}$	(r=0.764)
野　池	$B=0.681A^{1.26}$	(r=0.969)

16.　貯査貯水池739個のうち集水流域を明にし得たものは山池24個でその平均357.5ha，麓池106個でその平均72.3ha で野池は悉く不明であった．

17.　余水吐の1m当の集水面積の割合は香川平均で11ha，山池9.1ha，麓池11.1haとなる．これは日本高土堰堤の28ha，同朝鮮の67.3haに比すると香川ははるかに小さい値を示す．

18.　余水吐の幅（Bm）と集水面積（A km^2）との相関々係式として次式を得た．

山　池	$B=5.345A^{1.01}$	(r=0.864)
麓　池	$B=7.409A^{1.197}$	(r=0.991)

19.　余水吐の流積（a m^2）と集水流域（A km^2）との相関々係式として次式が得られる．

山　池	$a=4.779A^{0.82}$	(r=0.845)
麓　池	$a=4.645A_{1.03}$	(r=0.851)

あ と が き

この調査研究は広範囲に亘る困難なる現地調査資料を基礎にしたものであり，したがってその調査を分担された研究室職員ならびに多数の学生諸君，さらに集計検討を煩した脇谷助手，合田喜久子氏，専攻学生横井，長谷井，高橋，三好，横瀬，中西の諸君の御努力に対し厚く御礼を申し上げる．

参 考 文 献

(1)　前川忠夫：かんがい用貯水池相に関する研究（序報），香川大学農学部学術報告，8（1），(1956)．

(2)　前川忠夫：同上（堰堤について），同上，8（2），(1957)．

(3)　農業土木学会：本邦高土堰堤誌，(1934)．

(4)　前川忠夫：貯水池の規模および形態について，農土木学会中国四国支部研究報告，(9)，(1956)．

(5)　発電水力協会：日本発電用高堰堤要覧，(1954)．

R é s u m é

1.　This report is an investigation on the spillway of 807 existing reservoirs in Kagawa Prefecture and the comparison with nationwide reservoirs in Japan.

2. The chief investigation inflow types of reservoirs, site, form, construction, material, width, over-flow depth, cross-sectional area of flow, free board, and the circumstances of management, etc.

3. The correlation expressicn between the width of the spillway (Bm) and full water area (Aha) is obtained as follows.

mountain reservoir	$B=0.569A^{1.62}$
hill-side 〃	$B=0.577A^{1.78}$
field 〃	$B=0.681A^{1.26}$

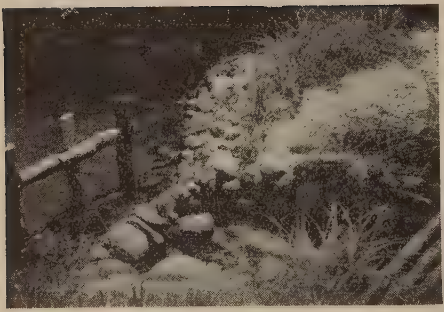
4. The correlation expression between the width of spilway (Bm) and catchment area (Akm²) is obtained as follows.

mountain reservoir	$B=5.345A^{1.01}$
hill-side 〃	$B=7.409A^{1.197}$

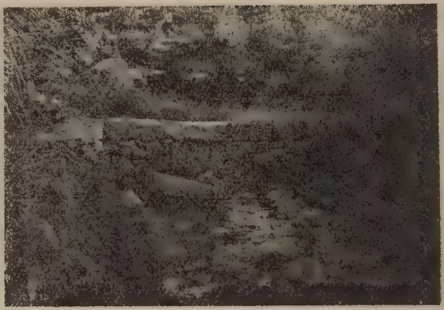
5. The correlation expression between the cross-sectional aera of flow (am²) and catchment area (Akm²) is obtained as follows.

mountain reservoir	$a=4.779A^{0.82}$
hill-side 〃	$a=4.645A^{1.03}$

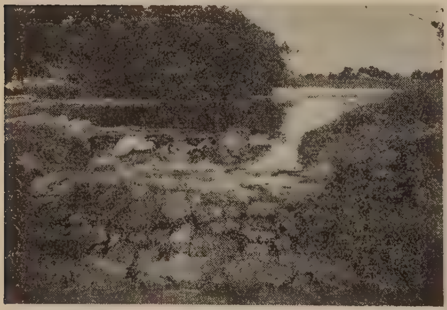
香川県に見られる古い型の余水吐



写真－1　奥谷上池（綾歌郡造田村）



写真－2　藤池（三豊郡辻村）



写真－3　実光池（綾歌郡陶村）

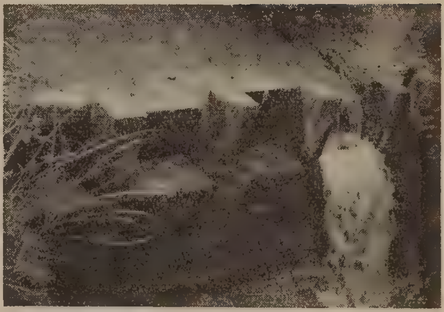
写真－4　栗屋池（三豊郡豊田村）

写真－5　宮池（仲多度郡竜川村）

写真－6　高司下池（綾歌郡陶村）

香川県に見られる比較的新らしい型の余水吐

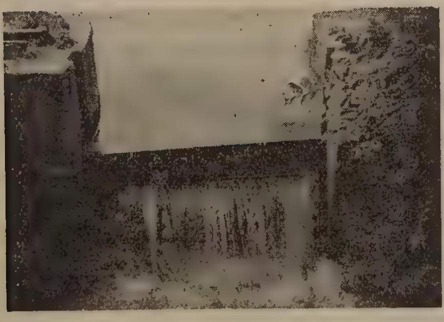
写真—7 宮池（三豊郡比地大村）



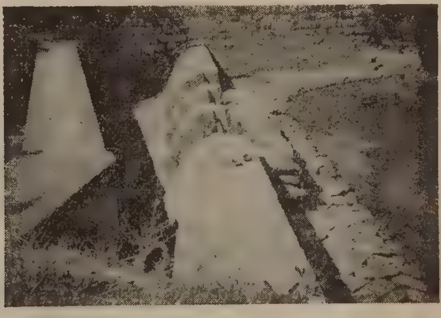
写真—8 大谷池（三豊郡上高瀬村）

写真—9 鶴亀池（三豊郡和田村）

写真—10 鴻池（三豊郡笠田村）（橋梁は国道橋）



写真—11 大池（三豊郡勝間村）



写真—12 岩瀬池（三豊郡麻村）

かんがい用貯水池相に関する研究

—— 集水流域と洪水量について ——

前　川　忠　夫

Studies on the phase of irrigational reservoirs.

——On the catchment basin and flood discharge——

Tadao MAEKAWA (Laboratory of Agricultural Engineering)

(Received January 14 1957)

I 緒　　言

貯水池を中心とする水文は貯水池相を動的に規定づける重要なる分野である．その内容は多岐に亘るが，これを大別して次の３階程に分けて考えることが出来よう．第１階程は貯水池流入前の水文で主として集水量に，第２階程は貯水池中の水文で主として貯水量に，さらに第３階程は貯水池よりの流出後の水文で取水量にそれぞれ関連する．このうち第３および第２の一部には多分に人工的要素が加わる．したがって自然的因子を主体とすれば第１および第２の一部と云うことになる．前者は一応別の検討にゆづりここでは主として後者について考察してみよう．

水文的因子は甚だ複雑多岐で，その観測も長期を必要とするものが多い．序報[1]で述べたように1954年以来特定地域を選んで降水量，河川水位などの長期観測を実施中であるがその結果は現在のところ未だ資料整わず後日の検討にゆづり，ここでは地形図上計測，県下降水量観測記録，余水吐実測断面などを用いて県下貯水池の水文性的格特にその流域および集水量の概況を検討してみよう．

II 集水面積と満水面積との関係

香川県の貯水池の多くは序報[1]で述べたようにその集水流域を地形図上で明確にしうるものは甚だ少く調査貯水池739個のうち僅に131個を得たに過ぎない．これは香川の貯水池が一般に小規模でおのずから集水流域も狭小であり，加えて地勢が複雑で図上で contour line の追跡が困難なるためである．集水流域の境界を識別し得た前記131個については地形図 (1:25,000また 1:50,000) 上で planimeter を以てその面積を計測した．

131個の貯水池を環境別にみると山池24個，麓池107個で野池は皆無である．山池は一般に集水面積広く45個中約53%が，また麓池は454個中約22%がそれぞれ集水面積を明にすることが出来た訳けである．野池の集水面積は240個悉く不明であるが，これは現地踏査によっても甚だ明瞭を欠ぎ，これを実測することさえもほとんど不可能の状況にあり，これは野池の水文的性格の複雑性を示すものであろう．なお香川の貯水池特に麓池などには直接流域の他に間接流域を有

第１表　集　水　面　積　　(ha)

区別		平均	比率	最大	最小	100以下	100〜200	200〜500	500〜1000	1000〜5000	5000〜10000	10000以上	個数
香川	平均	144.7	1	3056	3	96	14	14	1	2	3	0	130
	山池	357.5	2.47	3056	12	8	5	7	0	1	3	0	24
	麓池	72.3	0.5	1136	3	88	9	7	1	1	0	0	106
高土	日本	269.5	1.86	3345	10	102	35	45	16	12	0	0	210
	朝鮮	4250.4	29.4	33577	110	2	2	6	3	21	2	5	41
発電		81483	563.1	800300	150	1	2	8	8	18	15	144	(工事中入る) 196

するものが相当あるが，それよりの流入はその一部であり，またその流域の判定はさらに困難であるためここでは直接流域のみを取扱った．

131個の調査結果は第1表に，またその分布は序報[1]（第4図）に示した．131個の集水面積平均は144.7 ha，山池平均357.5 ha，麓池平均72.3 haとなる．すなわち山池は一般に大きい集水流域を有し，麓池は小さく山池の約5分の1である．山池の最大は3056 haの井関池（三豊郡五郷村），麓池の最大は1136 haの神内池（木田郡西植田村）であり最小は大池（綾歌郡府中村）の3 haで麓池である．参考までに日本高上堰堤[2]（210個）の集水面積平均を求めると269.5 haで香川平均の約1.9倍であるが山池より小さく，全朝鮮(41個)平均4250.4 haで香川平均の約29倍で著るしく大きい．また日本発電用高堰堤[3]（196個）平均は実に81,483 haでその規模極度に大である．かくの如く集水面積は各貯水池によってその規模を著るしく異にすることは貯水池の水文的性格を大きく左右する因子となることが予想される．

香川の地勢は一般に標高は低いが山腹は急傾斜地が多く，土性は砂質土が多いため，貯水池の集水流域からの土砂の流出もかなりはげしい．植生状態は全般的に松を主とし，その間に薪炭用雑木林および竹林などを混こうせるがいして樹令若き山林である．また土地利用が極度にすすみ山間渓谷山腹に沿うて水田，畑が見られ，加えて近時林木の伐採，傾斜地の開墾による地ぼう植生の変化によって流出水量，流出土砂量の変化と複雑性が予想される訳である．

満水面積については既に貯水池規模[4]の際にその概要を述べたが，今回調査した739個の平均は3.37 haである．全県下17788個の平均は既報[5]の如く0.32 haであるから今回の調査は香川の貯水池中でもかなり規模の大きいものを調査したことになる．これを環境別にみると山池平均6.68 ha，麓池3.00 ha，野池3.42 haとなりそれぞれの規模がうかがわれる．これに対して日本高上堰堤[2]平均7.50 haは香川の約2倍強，また同朝鮮平均164.55 haは実に49倍，また日本発電用高堰堤[3]平均は94.38 haで約28倍で共に香川に比して著るしく大規模である．

しかしこれら全国的貯水池は堤高15 m以上の規模大なるものの平均であるから当然の結果であろう．詳細は第2表に示す．

第2表　満　水　面　積　(ha)

区別		平均	比率	最大	最小	1ha以下	1～5	5～10	10～50	50～100	100～200	200～500	500～1000	1000以上	個数
溜池台帖		0.32	0.09	104.00		16977	661	84	77	6	1	0	0	0	17788
香川	平均	3.37	1.	64.68	0.10	195	429	66	43	6	0	0	0	0	739
	山池	6.68	1.98	(神内池) 58.33	0.14	5	24	8	7	1	0	0	0	0	45
	麓池	3.00	0.89	64.68	(天尾下池) 0.10	146	257	25	22	4	0	0	0	0	454
	野池	3.42	1.01	53.48	0.10	44	148	33	14	1	0	0	0	0	240
高土	日本	7.50	2.23	166.67	0.18	30	105	36	28	1	3	0	0	0	203
	朝鮮	164.55	49.0	1270.00	2.84	0	4	5	7	9	7	5	2	2	41
発電		94.38	28.00	2373.20	16.40	18	23	12	55	28	36	14	1	2	189

さて大規模の貯水池はその貯水のため大なる集水流域を必要とすることは一般的通念である．ただしここでは貯水池規模として満水面積を，集水流域として直接の集水面積を採りその間の相関性を検討する．もし貯水池規模に比して大なる集水面積を有するときは貯水は安全であるが大きい余水吐を必要とし，これに反して小さい集水面積のときは貯水の安全を期し難いこともまた常識である．

この両者間に如何なる関係があるかを香川および全国的貯水池について検討すると次のようになる．第3表は集水面積(ha) を満水面積(ha) で除した値とその階層である．これでみると香川平均40.4，環境別で山池平均 47.1，麓池平均33.6となる．すなわち香川では平均約40倍で，山池はがいして大，麓池はがいして小となっている．これに対して日本高土堰堤 70.7，同朝鮮 50.4 で香川よりはかなり大であり，日本発電堰堤は実に 8084.7 で香川平均の約 200 倍に及ぶ．以上の比率からみて香川の貯水池は全国的にみてその満水面積に対する集水面積の割合は一般に小さく，降水量の少い香川県としては相対的ではあるが貯水池満水の確実性において劣ることを意味するものではなかろうか．

第3表　$\dfrac{\text{集水面積 (ha)}}{\text{満水面積 (ha)}}$

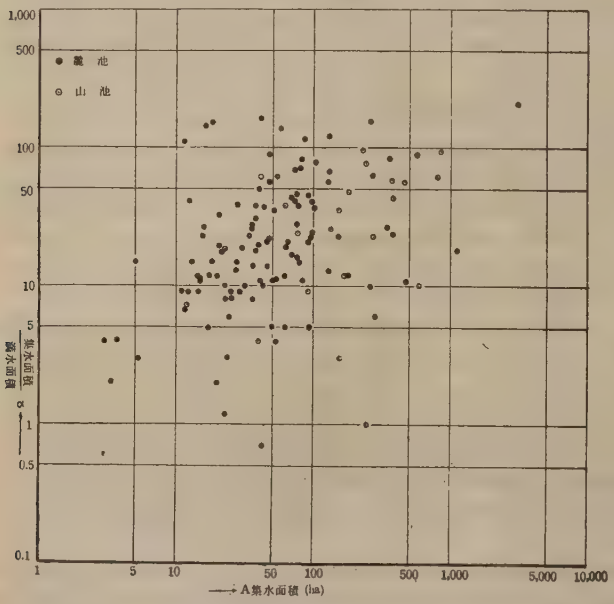
区別		平均	比率	最大	最小	5以下	5~10	10~30	30~50	50~100	100~500	500~1000	1000以上	個数
香川	平均	40.4	1	208	0.7	14	16	54	18	19	10	0	0	131
	山池	47.1	1.17	208	4.0	3	2	6	4	7	2	0	0	24
	麓池	33.6	0.83	168	0.7	11	14	48	14	12	8	0	0	107
高土	日本	70.7	1.75	2108.8	2.2	7	13	67	35	47	30	0	1	200
	朝鮮	50.4	1.25	269.5	3.0	1	1	13	16	7	3	0	0	41
発電		8,084.7	200.11	156,833.3	3.6	1	3	5	1	8	22	25	78	143

以上両者の比率と集水面積との相関性を吟味するために対数方眼紙上に plot すると第1図(香川)，第2図(全国)となる．すなわち香川における point は第1図の如く全面にバラツキほとんど相関性の存在は認められない．

第2図の全国的貯水池では，それを内容的に日本高土堰堤，全朝鮮，発電堰堤とに分離してみるとやはり相関性はあまり明瞭ではないが，これらを全体的にみるとある程度の傾向が認められる．第2図よりその関係式を求めると次式が得られるがその相関性はあまり有意ではない．

$$\alpha = 0.5A^{0.8}$$

ここにα=集水面積÷満水面積．A：集水面(ha)積である．この第2図に第1図を重ねると香川の貯水池群は第2図の左下方直線にまたがって分散する．



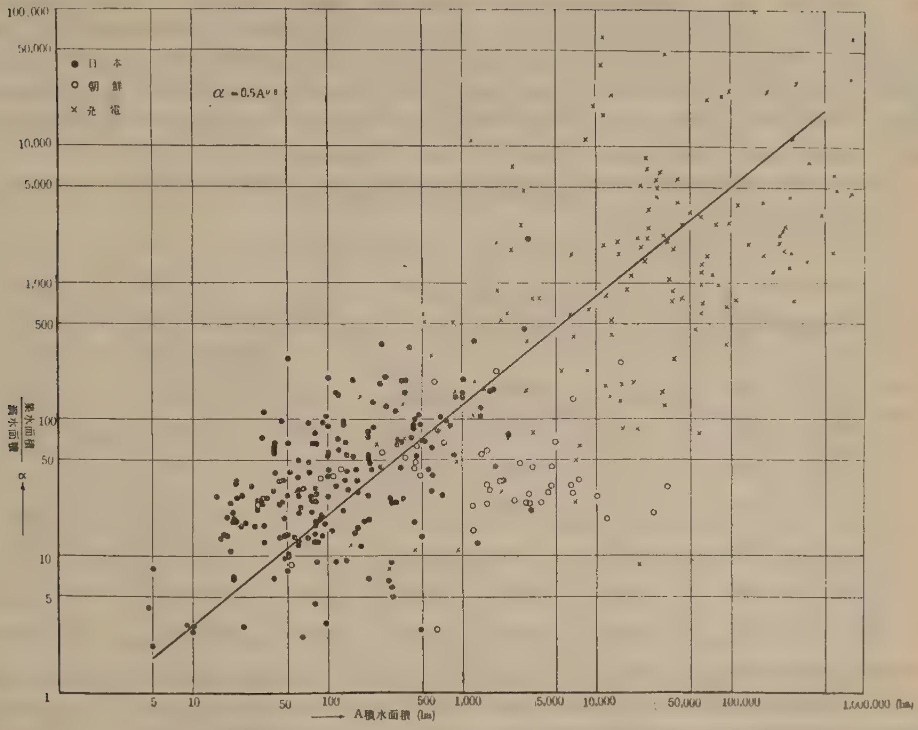
第1図　集水面積と$\dfrac{\text{集水面積}}{\text{満水面積}}$との相関図（香川）

以上からみて満水面積と集水面積とは全国的に多数の貯水池を採り上げる場合ある程度の相関々係が認められるが，香川の如き小規模貯水池ではほとんど見られない．云いかえると香川の貯水池は一般的にみて満水面積大なる貯水池必ずしも集水面積大ならずまた小なる貯水池必ずしもその集水面積小ならざることを意味し，ここに香川の貯水池の集水機構の複雑性が予想される．事実香川の貯水池はその貯水のために多くの間接流域よりの導水，ポンプによる揚水などの手段が採用されている事例が甚だ多い．ここに香川の貯水池に関する水文の複雑性がある訳である．

Ⅲ　洪水量と単位洪水量

洪水量は貯水池特に余水吐との関連において貯水池相を大きく支配する重要なる因子である．しかし今回の調査程度では正確なる洪水量を知ることは到底不可能であり，これを明にせんとすれば個々の貯水池について長期に亘る観測を必要とする．

そこで調査し得た余水吐断面(6)から各貯水池の既往最大排水量を推算しこれを以て一応香川の貯水池に現われた最大



第2図　集水面積と$\frac{集水面積}{満水面積}$との相関図（全国）

洪水量と見做した．その方法は既報(6)余水吐断面からその大部分が横断的に矩形であり，縦断的には溢水路の形式を示しているので矩形断面溢水路の公式 $Q=CBH^{\frac{3}{2}}$ を用い，C=1.7を採って計算した．もちろん正確には個々の余水吐構造に応じて適用すべき公式は異るであろうが，前記理由からこの概算法を採用した．また満水面積はがいして小であるから貯水池の洪水調節作用は無視した．

第4表　洪　水　量

区別		計画洪水量 (m³/sec)				集水面積 (ha)			個数
		平均	比率	最大	最小	平均	最大	最小	
香川	平均	6.87	1.	105.24	0.18	144.7	3056	3	131
	山池	16.43	2.39	58.07	0.80	357.5	3056	12	24
	麓池	4.72	0.69	105.24	0.18	72.3	1136	3	107
高土	日本	15.12	2.20	399.45	0.1	269.5	3345	10	223
	朝鮮	238.97	34.78	1385.87	5.57	4250.4	33577	110	41
発電		2213.07	322.14	9700.0	3.7	81483.0	800300	150	202

その結果第4表の如く香川平均6.87m³/sec，最大105.24m³/secの神内池（木田郡西植田村），最小0.18m³/secの新

池（大川郡丹生村）を得た．また環境別では平均山池で16,43m³/sec，麓池で4.72m³/secとなり山池は大で麓池はかなり小さい値を示した．日本高土堰堤(223個)平均で15.12m³/sec，同朝鮮(41個)平均で238.97m³/secを示し，その変域は第4表の如く相当広範に亘っている．また日本発電堰堤(202個)平均で2213.07m³/secを示し実に香川平均の約322倍に達し如何に大規模であるかが理解できる．なおこの値は設計に用いられた計画洪水量であるが，既往最大洪水量の平均は1932.83m³/secであるから計画には既往の約14%増に採っている訳である．個々の値についてみるとその変域は極めて大で最大9700m³/sec(島根県浜原堰堤)から最小3.7m³/sec(富山県助延堰堤)に亘っている．

以上各貯水池の洪水量は集水面積，降水量，流出率などの因子にさかのぼって解析しなければその性格は掴みえないが一応池相検討の基礎資料として求めたものである．

第5表　単　位　洪　水　量

区別		単位洪水量 (qm³/sec/km²)				集水面積 (Akm²)			
		平均	比率	最大	最小	平均	最大	最小	個数
香川	平均	4.99	1.	21.25	0.36	1.45	3056	0.03	120
	山池	6.03	1.21	15.03	1.57	3.58	30.56	0.12	22
	麓池	4.76	0.96	21.25	0.36	0.72	11.36	0.03	98
高土	平均	7.64	1.53	33.0	1.00	9.22	335.77	0.1	204
	日本	7.64	1.53	33.0	1.00	2.69	33.45	0.1	163
	朝鮮	7.64	1.53	17.0	1.00	42.50	335.77	1.1	41
発電		4.59	0.92	24.50	0.51	814.83	8003.00	1.5	147

次に単位洪水量(比洪水量)すなわち洪水量÷集水面積の値，云いかえると集水面積1km²当の洪水量を求めると第5表となる．すなわち香川平均で4.99m³/sec/km²，環境別で山池6.03〃麓池4.76〃となり山池はがいして麓池より大きい値を示す．日本高土堰堤平均は7.64〃，同朝鮮は7.64〃で偶然一致し，また日本発電堰堤で4.59〃を示し香川ならびに高土堰堤に比してかなり小さい値をとる．これらは単位洪水量の単なる相加平均値であって各貯水池の性格は明瞭にし得ないが，全国的貯水池についてみるとその地方的差異がかなり著るしい．第6表は全国的貯水池の地方別単位洪水量の平均である．日本発電堰堤146個の単位洪水量（m³/sec/km²以下qで示す）平均は前記の如く q=4.59 であるがこれ

第6(1)表　地域別単位洪水量（日本発電用高堰堤）

地方別	数	単位洪水量 (m³/sec/km²)
北海道	11	2.10
東北北部	8	4.90
関東及東北南部太平洋岸	9	6.82
北陸	40	3.43
中部南部	27	4.39
近畿及中国	22	4.93
四国太平洋岸近畿南部	15	8.09
九州	15	4.88
完成堰堤	108	4.62
工事中堰堤	39	4.50

第6(2)表　地域別単位洪水量（本邦高土堰堤）

地方別	数	m³/sec/km² 平均	関係地域
北海道	9	2.4	全域
東北太平洋岸	5	8.4	岩手，宮城，福島
東北日本海岸	7	5.1	秋田，山形，青森
関東	6	7.7	千葉，栃木，茨木，群馬，埼玉，東京，神奈川
北陸	5	9.6	新潟，富山，石川，福井
中部中央部	11	8.8	長野，山梨，岐阜
東海	2	9.5	静岡，愛知，三重
南海	2	8.5	和歌山，徳島，高知
山陰	35	8.6	京都，鳥取，島根，山口，滋賀
瀬戸内	51	6.8	大阪，兵庫，岡山，広島，香川，愛媛，奈良
九州	30	9.0	福岡，大分，佐賀，長崎，熊本，宮崎，鹿児島
朝鮮	41	7.6	全域

を地方的に分類すると近畿南部，四国太平洋岸は特に大で q=3.03，つづいて大なるは関東，東北太平洋岸の q=6.82 これに反して最も小さいのは北海道の q=2.10 である．日本高土堰堤の地方別では全平均 q=7.64 に対して北陸地方の q=9.6 を最大につづいて東海，九州，南海，東北太平洋岸などが概して大きく，最小はやはり北海道で q=2.4 を示している．この地方的差異の傾向は前記発電堰堤に見られた傾向とほゞ一致している．これは主として降水量の多小に関係するものと考えられる．

Ⅳ　集水面積と単位洪水量との関係

集水面積と単位洪水量についてはすでに別個に検討した．この両者の関係は降水量および流出率を考慮外とするもかなり密接な関係が予想される．

第7(1)表　単位洪水量（日本発電用高堰堤）

流域面積 (km^2)	数	単位洪水量 ($m^3/sec/km^2$)
総平均	146	4.59
km^2 0～50	17	6.33
50～100	13	6.66
100～300	40	5.13
300～500	15	5.40
500～1000	26	3.73
1000～3000	30	2.31
3000以上	5	1.39

第7(2)表　単位洪水量（本邦高土堰堤）

流域面積 km^2	平均		日本		朝鮮	
	数	平均 $m^3/sec/km^2$	数	平均 $m^3/sec/km^2$	数	平均 $m^3/sec/km^2$
0～1	88	8.9	86	8.8	2	11.5
1～3	44	7.6	41	7.7	3	7.0
3～5	19	7.0	14	6.1	5	10.2
5～10	9	7.2	6	6.8	3	8.0
10以上	39	6.2	11	4.2	28	6.9
総計	204	7.64	163	7.64	41	7.64

第7(3)表　単位洪水量（香川の山池，麓池）

流域面積 km^2	香川平均		山池		麓池	
	数	平均	数	平均	数	平均
0～0.25	28	4.91	1	3.64	27	5.00
0.25～0.50	28	5.17	1	4.29	27	5.21
0.50～1.00	30	5.00	4	8.79	26	4.41
1.00～3.00	22	4.84	9	6.02	13	4.03
3.00～5.00	9	5.37	3	6.12	3	4.62
5.00～10.00	4	4.03	3	5.14	1	6.89
10.00以上	2	5.42	1	1.59	1	9.27
合計	120	4.99	22	6.03	98	4.76

これは第5表の平均単位洪水量と集水面積とからも推測されるが第7表の如く，各貯水池の単位洪水量を集水面積の階層別に求めてみるとさらに明瞭になる．すなわち発電堰堤では集水面積（km^2，以下Aで示す）50km^2以下で q=6.33を示すが，Aの増大に伴って q は一般に漸減する傾向が見られ，A=3000km^2以上になると q=1.39なる小さい値をとり，Aと q との間に逆相関の傾向がうかがえる．また日本高土堰堤平均ではA=1km^2以下で q=8.9を示すが，Aの増大に伴い q は減少しA=10km^2以上になると q=9.2となり，前記発電堰堤の場合と同様逆相関の関係が認められる．香川の貯水池においては前記余水吐断面より推算した単位洪水量であるが，これを環境別にみても，またその平均でみても集水面積の階層別には q の変化の一定傾向は認められない．

これは集水面積がいして小さいこととその階層に当る貯水池数が僅少となり個々の性格が現われて来たためかとも考えられる．

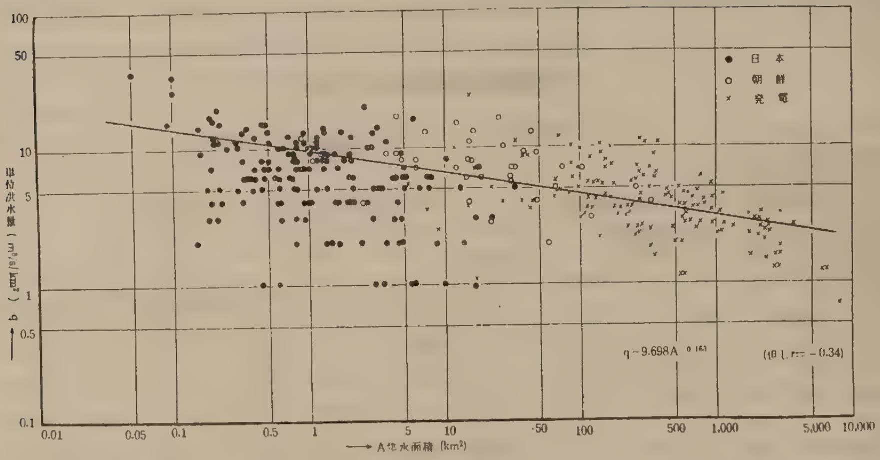
以上集水面積と単位洪水量との関係をさらに検討するため第3図（全国）および第4図（香川）を作成した第3図は発電堰堤，日本高土堰堤，同朝鮮の各貯水池を plot したものであが，相当 point はバラツクが集水面積大なる発電堰堤関係のものはがいして右下方に，つづいて集水面積漸減に伴って朝鮮関係のものがほぼ中央部に，さらに日本高土関係のものががいして左上方にそれぞれ分布する．

すなわち両者間にかなり明瞭なる逆相関の傾向が認められる．さらにこれらの貯水池について相関係数を求めると r=−0.34を得る．この値はがいして小さいが個数 n=345 個に及ぶので相当の有意性がある．したがって集水面積（A m^2）と単位洪水量（q$m^3/sec/km^2$）との関係式を誘導すると次式を得る．

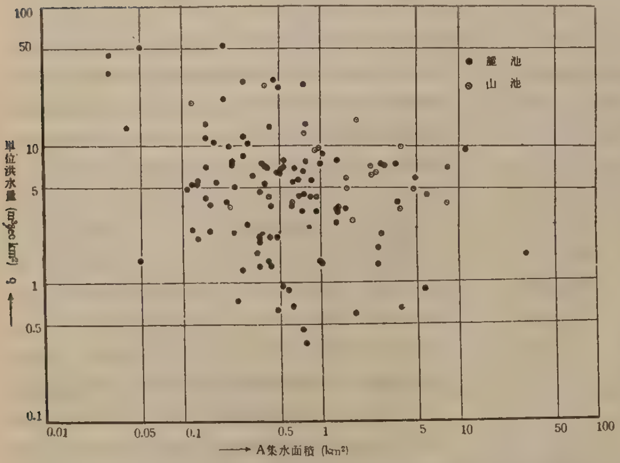
$$q=9.698A^{-0.163}$$

また本式から集水面積と洪水量（Qm^3/sec）との関係は次式で表される．

$$Q=9.698A^{0.837}$$



第3図　集水面積と単位洪水量の相関図（全国）



第4図　集水面積と単位洪水量の相関図（香川）

第4図は同様香川の貯水池についてplotしたものであるが山池，麓池ともそのバラツキは甚だしく前記階層別の場合に予想されたと同様ほとんどその相関性は認められない．しかし念のため相関係数を求めてみると$r=-0.109$で僅に逆相関的性格は認められるがその有意性はほとんどない．したがってその関係式の誘導も無意義であろう．但し第3図上に第4図を重ねるとき香川の貯水池のpointは左上部の日本高土堰堤のpointとほぼ同じ附近に落ちることからみて，香川の貯水池も前記関係式から大きく逸脱するものではないことが理解できる．なお出口利祐は全国的貯水池に関して地方別，降水量別にこれと類似の検討を行い関係式を誘導され発表(7)されている．

最近かんがい用貯水池余水吐設計の際に採用する単位洪水量は大きい値をとる傾向にあるが，これは貯水池の安全からみれば望しいことだが工事費の点からも考えて安全適切なものであるべきは当然のことであろう．香川県下で最近新設あるいは改修中の余水吐に採用されている計画単位洪水量は，例えば内場池$q=15m^3/sec.km^2$（$A=28km^2$），長柄池$q=7.6$（$A=32$），満濃池$q=8.9$（$A=12.8$），逆瀬池$q=15.3$（$A=2.06$）などである．これらの貯水池は環境からみて全て山池であるが，前記山池平均$q=6.03$に比するとかなり大きい値を採りつつある傾向がうかがえる．

要するに香川の如き小流域の貯水池に現われる単位洪水量は集水面積の他に降水量，降水強度，流域の状態などの詳細なる調査と観測なくしてこれを律することは特に困難であろうと思われる．

V　流出率の概算

貯水池に流入する水量の決定には集水流域の流出率を明かにしなければならない．流出率に関する調査研究は各方面で幾多の業績が発表されているが流域と降水が著るしく多様多変のため何れもその調査した特定地域に適用可能であっても普遍性に乏しいうらみがある．ここにこの種研究の困難性があると云われている．

さて序報[1]の如く筆者等も1954年より神内上池流域において流出率に関する調査を行っているが，現在のところ未だ発表の段階に至っていない．ここでは今回の調査によって集水面積を明かにし得た131個の貯水池について至って概算ではあるが次の方法により流出率の推算を試みた．従来から余水吐洪水量の算定には幾つかの方法がとられて来たが，いささか旧法に属するが「最大日雨量の100%を6時間で排除する」を適用することとした．

今回調査した131個の貯水池の集水面積についてはすでに第II節で述べ，その分布は序報[1]（第4図）で図示した．一方県下の降水量（最大日雨量）は第8表の如く地域によってかなり異り，香川県の如き狭小なる範囲でも山地帯と海岸地帯とでは相当の差異がみられる．

したがって各貯水池に最寄りの最大日雨量を採り前記方法により各貯水池に現われたと考えられる最大洪水量を計算し環境別にまとめると第9表となる．

第8表　最大日雨量（香川県）

観測所	最大日雨量(mm)	観測年間
高松	171.5	1893—1953
多度津	177.2	〃　〃
坂出	184.8	〃　〃
津田	310.0	1908—1953
引田	262.9	1904—〃
観音寺	227.0	1893—〃
滝宮	350.5	1899—〃
善通寺	210.0	1909—〃
琴平	318.2	1893—〃
仏生山	194.5	1932—〃
造田	193.8	1929—〃
美合	227.7	1913—〃
塩江	325.0	1912—〃
神山	350.0	1919—〃

第9表　洪水量と流出率の概算

事項	A	R	Q	Q′	f
	集水面積 平均	最大日雨量 平均	余水吐断面から計算した洪水量 平均	A×R×100を6時間で排除する時の洪水量 平均	流出率（QとQ′から）平均
香川	(ha) 144.7	(mm) 230	(m³/sec) 6.87	(m³/sec) 14.68	(%) 46.8
山池	357.5	239	16.43	38.44	42.7
麓池	72.3	224	4.72	8.27	57.1

すなわち香川平均で14.68m³/sec，環境別で山池38.44m³/sec，麓池8.27m³/secとなる．これを第II節余水吐断面から計算した洪水量すなわち香川平均5.87m³/sec，山池16.43m³/sec，麓池4.72m³/secと比較すると前者ははるかに大きい値となる．ここに若し前者の降水量から算出した洪水量が妥当とすると香川県の貯水池余水吐の断面は過小と云うことになる．しかし後者の余水吐の幅および最大溢流水深は一応現地実測によるものであるから過去に現われた最大洪水量と見做し得るとすれば前者の計算による洪水量は過大であると考え得るであろう．ここに後者の推測を妥当として前者との比率を求めると第9表の如く香川平均で46.8%，山池42.7%，麓池57.1%となる．この比率は前者の計算における100%の流出に対する比率と一致するからこれを以て各流域よりの流出率と見做すことが出来る．

さらに試みに日本高上堰堤で同様概算してみると，最大日雨量平均 214.1mm を6時間排除とするとその与えられた洪水量から流出率は平均79%となり，また発電堰堤では最大日雨量平均 200.7mm として計算すると平均満出率は47%となる．

以上の検討はあまりにも仮定的要素多く到底貯水池の性格を律する流出率としては正確を欠くが一応傾向を探る目的で試みたものである．最近降水量特に降雨強度が漸増していると云う見方もあるが，余水吐洪水量の算定に採用する降水量，排除時間と共に流出率の採り方考え方によって洪水量は如何程にも変化するものある．しかし現実の貯水池は現実の姿において洪水量を流入せしめ，余水吐から排除しているのであって，これら機構の実相は直接現地観測を基礎として検討以外には把握することは不可能である．

VI　摘　　要

1．この研究は貯水池の水文特にその集水流域と洪水量について貯水池相を探らんとしたものである．

2．香川県の貯水池の集水流域は一般に小規模なるため地形図上で計測することは困難であり特に野池において甚しい．調査個数のうち集水面積を図測し得たものは山池24個，麓池107個で野池は皆無である．

3．131個の集水面積平均は144.7haでうち山池平均357.5ha，麓池平均72.3haである．また日本高上堰堤平均269.5ha同朝鮮平均4250.4ha，日本発電用高堰堤平均81483.haである．

4．貯水池規模特に満水面積と集水面積との関係をみるため集水面積を満水面積で除した値を求めると香川平均40.4，山池47.1，麓池33.6となる．また日本高士堰堤70.7，同朝鮮50.4，日本発電用高堰堤8034.7となる．

5．集水面積÷満水面積＝α と集水面積Aとの相関性はこれを小範囲にみると乏しいが全国的にその関係式を誘導すると次式となる．

$$\alpha=0.5A^{0.8}$$

6．香川の貯水池のみについてみると前記 α とA との間には相関性は殆んど認められない．これは香川の貯水池の水文上の複雑性を示すものであろう．

7．余水吐断面から香川の貯水池の洪水量を推算してみると平均6.87m^3/sec，山池 16.43m^3/sec，麓池 4.72m^3/secとなりこれに対し日本高土15.12m^3/sec，同朝鮮233.97m^3/sec，日本発電堰堤2213.07m^3/secとなる．

8．単位洪水量（洪水量÷集水面積）を求めると香川平均4.93m^3/sec/km^2，山池6.03m^3/sec/km^2，麓池 4.76m^3/sec/km^2，また日本高士堰堤7.64m^3/sec/km^2，同朝鮮7.64m^3/sec/km^2，日本発電堰堤4.59m^3/sec/km^2となる．

9．単位洪水量（qm^3/sec/km^2）と集水面積（Akm^2）との関係は全国的にみるとかなり密接な逆相関性が認められ両者の間に次の関係式が誘導される．

$$q=9.698A^{-0.163}$$

したがって洪水量（Qm^3/sec）と集水面積との関係は次式となる．

$$Q=9.698A^{0.837}$$

10．香川の貯水池のみについてみるとq（またはQ）とAとの間には前記 α とAとの場合と同様あまり密接な関係は認められない．これはやはり香川の貯水池の水文因子の複雑性を示すものであろう．

11．余水吐断面と県下降水量分布と集水面積とから流出率を概算すると香川平均46.8%，山池42.7%，麓池57.1%また日本高土堰堤79%，発電堰堤47%となる．

12．以上香川の貯水池を中心としてその流域と洪水量，流出率などを概算し全国的貯水池のそれと比較したが，全国的にはある程度の関係が認められるが，香川の貯水池のみを採り上げるとその関係が明確を欠く．これは香川の貯水池の水文の複雑性にもよるが，調査観測の不十分に因るものであって今後の現地調査の資料を得てさらに追究したい．

参考文献

(1) 前川忠夫：かんがい用貯水池相に関する研究（序報），香川大学農学部学術報告，**8** (1)，(1956)．

(2) 農業土木学会：本邦高土堰堤誌，(1934)．

(3) 発電水力協会：日本発電用高堰堤要覧，(1954)，

(4) 前川忠夫：貯水池の規模および形態について，農土学会中四国支部研究報告，(9)，(1956)．

(5) 前川忠夫：香川県の溜池について，香川農科大学学術報告，**6** (3)，(1955)．

(5) 前川忠夫：貯水池余水吐について，香川大学農学部学術報告，**8** (2)，(1957)．

(7) 出口利祐：本邦貯水池設計に用いられて来た余水吐洪水量の統計的研究，農業土木研究，**19**(4)，(1952)．

Résumé

1. This report is on investigation on the hydrologic reservoirs, especially the catchment basin and flood discharge.
2. The chief investigation is the relations between the full water area and the catchment area, and unit duty of discharge, and the outline of the runoff coefficient.
3. On nationwide view point these relations are closely related with each other but the interrelation of reservoirs in Kagawa Prefecture is scanty. This difference is owing to the hydrologic complexity of reservoirs in Kagawa Prefecture.

AUTHOR INDEX (著者索引)

Technical Bulletin of Faculty of Agriculture, Kagawa University (Kagawa Agricultural College)

Volume 8 (1956-57)

ANABUKI, Yoshio (穴吹吉夫). On some properties of pectic enzymes secreted by *Erwinia carotovora*. 229

FUKAKI, Sadayoshi (深城貞義), and KONDO, M. The investigation on the tillering of rice plants (*Oryza sativa*). VII. Upon the translocation of the plant-substance in the age of earing from the point of the specific powder gravity of rice, wheat and barley plants.... 8

________. VIII. Upon the influence of the light intensity on the tillering of rice plant.... 240

HACHIMURA, Fukue (八村馥江). → NORO, K.

HAYASHI, Jintaro (林甚太郎). → NODA, A.

HOSHIKAWA, Genji (星川玄児). → TAMAKI, T.

________. Colorimetric determination of sulfate in soil extracts.... 133

ISHII, Kiyotaka (石井清隆). → NAITO, N.

KAI, Shigenori (甲斐重徳). → MATSUZAWA, H.

KAWAHARA, Sachio (川原幸夫). → MATSUZAWA, H.

KAWAMURA, Sin'itirô (川村信一郎), NARASAKI, T., KUSUHARA, R., and SATÔ, T. Studoj pri la karbohidratoj de la semo de *Vicia faba*. IV. Eltrovo de ribozo en hidrolizato de hemicelulozo de faboj. (in Esperanto) 201

KIRA, Hachiro (吉良八郎). → MAEKAWA, T.

________. Studies on the sedimentation in irrigational reservoirs. II. An experimental consideration on the shape and critical fall-velocity of sand and gravel grains in quiescent water.... 57
III. On the stratification of sediments in reservoir Jinnaikami.... 65
IV. On the stratification of sediments in reservoir Okunodô.... 76

KONDO, Masaru (近藤勝). → FUKAKI, S.

KOSUGI, Kiyoshi (小杉清). Studies on the blindness in gladiolus. IV. Effects of defoliation and restriction of light intensity on the flowering in gladiolus. 141

KUSUHAHA, Ryôzo (楠原良三). → KAWAMURA, S.

KUWADA, Hikaru (桑田晃), and YAMAMOTO, K. The form of existence of carotenoid pigments and the volume of carotene in sweet potatoes.... 15

MAEWAKA, Tadao (前川忠夫). Studies on the phase of irrigational reservoirs. Preliminary report...25
On the environment in reservoirs.... 36
On the change of water level, water temperature and transparency in reservoirs.... 44
On the dam.... 244
On the spillway.... 253
On the catchment basin and flood discharge... 267

________, KIRA, H., and WAKIYA, T. The report of hydraulic model tests. III. On the spillway of Manno reservoir.... 80

MANABE, Masatoshi (真部正敏). → TARUTANI, T.

MATSUZAWA, Hiroshi (松沢寛), and NOZAKI, N. Investigations on the parasitic activities of *Apanteles glomeratus* L. XIV. Feeding activities of the host, *Pieris rapae crucivora*, which was parasitized by *A. glomeratus*.... 121

________. XV. On the head capsule width of the host, *Pieris rapae crucivora*, which was parasitized by *A. glomeratus* and the survival of the host after the emergence of the parasite.... 124

________, and KAI, S. XVI. On the sex ratio of adult wasps.... 129

________, MIYAMOTO, Y., OKAMOTO, H., and KAWAHARA, S. Studies on the control of the olive weevil, *Hylobius desbrochersi*. I. On the real state of the damage of the olive tree caused by the olive weevil. II. On the life history, appearance and the habits of the olive weevil.... 172

MIYAMOTO, Yuzo (宮本裕三). → MATSUZAWA, H.

NAITO, Nakato (内藤中人), ISHII, K., and OKAZAKI, T. Studies on the relation between the frequency of 2,4-D spray and the outbreak of Helminthosporium blight in rice plants.... 110

________, and TANI, T. Antibiotic production induced by 2,4,5-T and MCP in *Gloeosporium olivarum* causing the olive anthracnose. (in English)... 157

NARASAKI, Teiiti (楢崎丁市). → KAWAMURA, S.

NODA, Aizo (野田愛三), and HAYASHI, J. Studies on the root of seedlings in an early and a late cultures of rice plants. Preliminary report. Relation between the amount of root and the volume of absorbed water in rice seedlings.... 1

NORO, Kimijiro (野呂癸巳次郎). Effects of the soil reaction and nutrient elements on the growth of the olive. II. Effects of calcium, magnesium and potassium on the growth of the olive tree.... 91
III. Preliminary report on the relation between the soil reaction and nutrient elements, with special reference to the relation of the calcium to the growth of the olive tree.... 148

________, and HACHIMURA, F. On the waxing of fruit.... 100

NOZAKI, Nobuo (野崎伸夫). → MATSUZAWA, H.

OKAMOTO, Hidetoshi (岡本秀俊). → MATSUZAWA, H.

OKAZAKI, Tomiyoshi (岡崎富栄). → NAITO, N.

SAITO, Minoru (斉藤実), and TAGAMI, M. On the Sanuki volcanic ash bed.... 194

SATÔ, Takakatu (佐藤享克). → KAWAMURA, S.

TAGAMI, Masatoshi (田上政敏). → SAITO, M.

TAMAKI, Takahiko (玉置鷹彦), and HOSHIKAWA, G. Studies on pond mud. IV. Degree of base saturation and amount of water soluble sulfates.... 189

TANI, Toshikazu (谷利一). → NAITO, N.

______. Some cultural characters of *Gloeosporium kaki*, and varietal differences in the development of affected lesions as well as in the sporulation on kaki fruits infected by the causal fungus.....115
Effects of phenolic compounds on mycelial growth of *Gloeosporium kaki* causing kaki anthracnose, and Bavendam's reaction of the causal fungus.... 168

TARUTANI, Takayuki (樽谷隆之), and MANABE, M. Studies on the utilization of persimmons (*Diospyros kaki* LINN.). I. Experiments on removal of astringency and storage of persimmon fruits using vinyl bag.... 233

UEKI, Kunikazu (植木邦和). The varietal difference of the response of flowering and fruiting in broad bean by changing the night temperature. II. Effect of night temperature upon the flower bud differentiation and the seed ripening period in broad bean varieties.... 19

WAKIYA, Takeshi (脇谷武). → MAEKAWA, T.

YAMAMOTO, Kiyoshi (山本喜良). → KUWADA, H.

YAMANAKA, Kei (山中啓). Recherches sur les métabolismes des pyruvate et carbohydrate par bacille lactique. III. Sur l'effet des glucides par bacille d'homolactique. (2) Quelques remarques concernant des effets des glucides. (in French). 212
IV. Analysis of dismutation by *L. fermentum*. (in English).... 221

1956年度香川大学農学部
科学研究委員会委員名簿

委員長		川村信一郎
委員	農学科（甲）農学	森　和男
委員	農学科（乙）農業工学	吉良八郎
委員	園芸学科	宮本裕三
委員	農芸化学科	山中　啓

香川大学農学部学術報告

第 8 巻　総 目 次

第1号（通巻第22号）1656年12月発行

野田愛三，林甚太郎：水稲の早期及び晩期栽培における苗の根に関する研究　予報　苗の根量と吸水量の関係……1
深城貞義，近藤勝：稲の分蘖に関する研究　Ⅶ　稲及び麦の粉末比重より見たる物質転移について…8
桑田晃，山本喜良：甘藍のカロチノイド類色素の存在様式及びカロチン含有量……15
植木邦和：夜温処理に対する蚕豆の開花結実反応の品種間差異　Ⅱ　夜温の差が蚕豆品種の花粉分化並びに登熟に及ぼす影響……19
前川忠夫：かんがい用貯水池相に関する研究序報…25
貯水池の環境について……36
水位，水温および透明度について……44
吉良八郎：かんがい用貯水池の堆砂に関する研究
Ⅱ　静水中における砂礫粒子の形状と沈降速度に関する一実験的考察……57
Ⅲ　神内上池における堆砂の層理について……65
Ⅳ　奥の堂池における堆砂の層理について……76
前川忠夫，吉良八郎，脇谷武：水理模型実験報告
Ⅲ　満濃池余水吐について……80
野呂癸己次郎：土壌の反応並に各種成分がオリヴの成育に及ぼす影響　Ⅱ　Ca，Mg，K のオリヴの成育に及ぼす影響……91
野呂癸己次郎，八村馥江：果物の Waxing について……100
内藤中人，石井清隆，岡崎富栄：2,4-D 撒布回数と稲胡麻葉枯病発生との関係……110
谷利一：柿炭疽病菌の培地上の性質並びに同菌有傷接種による柿果上での病斑進展と分生胞子形成の品種間差異について……115
松沢寛，野崎伸夫：アオムシコマユバチの寄生活動に関する研究　XⅣ　被寄生寄主の摂食活動……121
松沢寛：XⅤ　被寄生寄主の頭巾並びに寄生蜂脱出後の寿命について……124
松沢寛，甲斐重徳：XⅥ　成虫の性比について…129
星川玄児：土壌浸出液中硫酸根の比色定量法……133

第2号（通巻第23号）1957年3月発行

小杉清：グラジオラスの Blind に関する研究 Ⅳ 摘葉並びに日射量制限がグラジオラスの開花に及ぼす影響……141
野呂癸己次郎：土壌の反応並に各種成分がオリヴの成育に及ぼす影響に就て　Ⅲ　土壌の pH と各種成分殊に石灰とオリブヴ成長との関係（砂耕試験予報）……148
内藤中人，谷利一：オリーブ炭疽病菌の2，4，5－T 或は MCP 添加培養による抗生物質の生成（英文）……157
谷利一：柿炭疽病菌の菌糸体発育に及ぼす phenol 性物質の影響並びに同菌 Bavendam 反応について……168
松沢寛，宮本裕三，岡本秀俊，川原幸夫：オリーブアナアキゾウムシの防除に関する研究　Ⅰ　被害実態調査，Ⅱ　一般形態並びに経過習性……172
玉置鷹彦，星川玄児：池泥の研究　Ⅳ　池泥の塩基飽和度，水溶性硫酸……189
斉藤実，田上政敏：讃岐の火山灰層について……194
川村信一郎，楢崎丁市，楠原良三，佐藤享克：ソラマメの炭水化物の研究　Ⅳ　ソラマメのヘミセルロース加水分解物におけるリボースの存在（エスペラント文）……201
山中啓：乳酸菌のピルビン酸及び糖類の代謝に関する研究　Ⅲ　ホモ乳酸菌に於けるグルコースの効果について（2）糖類の効果に関する二，三の考察（仏文）……212
Ⅳ　*L. fermentum* による共軛反応の分析（英文）……221
穴吹吉夫：*Erwinia carotovora* の生産するペクチン分解酵素について……229
樽谷隆之，真部正敏：柿果実の利用に関する研究
Ⅰ　ビニール袋に依る柿果脱渋貯臓試験……233
深城貞義：稲の分蘖に関する研究　Ⅷ　日照度が稲の分蘖に及ぼす影響に就いて……240
前川忠夫：かんがい用貯水池相に関する研究
堰堤について……244
余水吐について……253
集水流域と洪水量について……266

1957年3月20日　印刷
1957年3月25日　発行

香川県木田郡三木町
香川大学農学部

高松市木太町二一五八
印刷者　田村市太郎

高松市木太町二一五八
印刷所　株式会社日本印刷所

Volume 8, No. 2 (Serial No. 23) March, 1957

TECHNICAL BULLETIN OF FACULTY OF AGRICULTURE, KAGAWA UNIVERSITY

(KAGAWA AGRICULTURAL COLLEGE)

COMMONWEALTH INST. ENTOMOLOGY LIBRARY 15 OCT 1959 SERIAL Ag. 130 SEPARATE

CONTENTS

KOSUGI, Kiyoshi: Studies on the blindness in gladiolus. IV. Effects of defoliation and restriction of light intensity on the flowering in gladiolus. 141

NORO, Kimijiro: Effects of the soil reaction and nutrient elements on the growth of the olive. III. Preliminary report on the relation between the soil reaction and nutrient elements, with special reference to the relation of the calcium to the growth of the olive tree. 148

NAITO, Nakato; TANI, Toshikazu: Antibiotic production induced by 2,4,5-T and MCP in *Gloeosporium olivarum* causing the olive anthracnose. (in English) 157

TANI, Toshikazu: Effects of phenolic compounds on mycelial growth of *Gloeosporium kaki* causing kaki anthracnose, and BAVENDAM's reaction of the causal fungus. 163

MATSUZAWA, Hiroshi; MIYAMOTO, Yuzo; OKAMOTO, Hidetoshi; KAWAHARA, Sachio: Studies on the control of the olive weevil, *Hylobius desbrochersi*. I. On the real state of the damage of the olive tree caused by the olive weevil. II. On the life history, appearance and the habits of the olive weevil. 172

TAMAKI, Takahiko; HOSHIKAWA, Genji: Studies on pond mud. IV. Degree of base saturation and amount of water soluble sulfates. 189

SAITO, Minoru: TAGAMI, Masatoshi; On the Sanuki valcanic ash bed. 194

KAWAMURA, Sin'itirô; NARASAKI, Teiiti; KUSUHARA, Ryôzo; SATÔ, Takakatu: Studoj pri la karbohidratoj de la semo de *Vicia faba*. IV. Eltrovo de ribozo en hidrolizato de hemicelulozo de faboj. (in Esperanto) 201

YAMANAKA, Kei: Recherches sur les métabolismes des pyruvate et carbohydrate par bacille lactique. III. Sur l'effet des glucides par bacille d'homolactique. (2) Quelques remarques concernant des effets des glucides. (in French) 212

IV. Analysis of dismutation by *L. fermentum*. (in English) 221

ANABUKI, Yoshio: On some properties of pectic enzymes secreted by *Erwinia carotovora*. 229

TARUTANI, Takayuki; MANABE, Masatoshi: Studies on the utilization of persimmons (*Diospyros kaki* LINN.). I. Experiments on removal of astringency and storage of persimmon fruits using vinyl bag. 233

FUKAKI, Sadayoshi: The investigation on the tillering of rice plant (*Oryza sativa*). VIII. Upon the influence of the light intensity on the tillering of rice plant. 240

MAEKAWA, Tadao: Studies on the phase of irrigational reservoirs.

On the dam. 244

On the spillway. 253

On the catchment basin and flood discharge. 266

Author Index to Volume 8 (1956-57) (in English) 275

FACULTY OF AGRICULTURE, KAGAWA UNIVERSITY

(Kagawa Agricultural College)

Mikityô, Kagawa-ken, Japan